

Aplicaciones de la Tecnología Blockchain en Educación Superior: Estado del arte

Dra. Yosly Hernández-Bieliukas
yoslyhernandez@gmail.com
ORCID No 0000-0002-4162-2776
Universidad Central de Venezuela

Recibido: 04/09/2019
Aprobado: 20/11/2019

Resumen

La Tecnología Blockchain es conocida y vinculada al Bitcoin y las criptomonedas, sin embargo, están empleándose en diferentes sectores de la sociedad, entre ellos el campo de la educación, despertando interés por su desarrollo tecnológico y por los cambios significativos en la gestión del sistema educativo. En este sentido se han llevado a cabo experiencias e iniciativas pioneras con el uso de Blockchain en instituciones de educación superior, en torno a la identidad del estudiante, certificaciones y documentos oficiales, acreditaciones, propiedad intelectual, entre otros. Motivo por el cual, en este ensayo, a través de una investigación documental se realizó un análisis de la información escrita sobre este objeto de estudio. Se presenta un acercamiento al estado del arte de la aplicabilidad de la Tecnología Blockchain en el sector educativo y su impacto en el desarrollo de los procesos de la enseñanza y aprendizaje. El trabajo brinda aportes a una reflexión sobre esta nueva tecnología y sus alcances, siendo una conclusión de interés la posibilidad de construcción y seguimiento de la ruta de aprendizaje personalizada de cada estudiante.
Palabras clave: Blockchain, Cadena de Bloques, Educación Superior, Tecnología Disruptiva.

Applications of Blockchain Technology in Higher Education: State of the art

Abstract

Blockchain Technology is known and linked to Bitcoin and cryptocurrencies, however, they are being used in different sectors of society, including the field of education, arousing interest in its technological development and significant changes in the management of the education system. . In this sense, pioneer experiences and initiatives have been carried out with the use of Blockchain in institutions of higher education, around student identity, certifications and official documents, accreditations, intellectual property, among others. Reason why, in this essay, through an documentary

investigation an analysis of the written information on this object of study was carried out. An approach to the state of the art of the applicability of Blockchain Technology in the education sector and its impact on the development of teaching and learning processes is presented. The work provides contributions to a reflection on this new technology and its scope, being a conclusion of interest the possibility of building and monitoring the personalized learning path of each student.

Keywords: *Blockchain, Higher Education, Disruptive Technology*

Introducción

Se evidencia la evolución de la sociedad digital del conocimiento y la información ante el avance inminente de la tecnología que impacta en muchas áreas, entre ellas la educación, esto ha permitido enriquecer el desarrollo del hecho educativo y transformar y adaptar los modelos en las instituciones de educación superior, además de mejorar las capacidades de la organización, debido a que las universidades deben estar a la vanguardia ante estas innovaciones tecnológicas y educativas, con base a lo planteado por Hernández (2017).

Lizcano y Lara (2019), sostienen que el modelo actual de enseñanza superior resulta cada vez más descentralizado, heterogéneo, difícil de verificar y de validar, lo que redundaría en diversos problemas abiertos para cada representante del modelo de negocio que supone la formación de profesionales para su incorporación al mundo laboral, esto es, formadores (reglamentados o no), estudiantes y empleadores. Además, los autores plantean que cada vez es más común que los estudiantes no solo reciban formación en universidades reglamentadas, sino que también lo pueden hacer a través de la participación en cursos masivos abiertos y en línea, por sus siglas MOOC, en talleres presenciales o a distancia, en videotutoriales, en charlas o videoentrevistas, entre otros, en diferentes instituciones. Todas estas fuentes de conocimiento, así como la propia práctica profesional, suponen un abanico que origina en el estudiante la adquisición de competencias que debe organizar en un portafolio a la hora de su incorporación al mundo laboral y profesional.

Plantean Bartolome y Lindín (2019) que esta línea de trabajo apenas se insinúa tímidamente. Pero parece una consecuencia bastante probable en un plazo medio-largo, lo que implicará un cambio radical en el modo como se ve la educación, institucionalizada y sistematizada desde el siglo XIX, que puede transformarse en el

próximo siglo en algo muy diferente de lo que hoy se conoce por sistema educativo. Teniendo que *Blockchain* posibilitaría dar fe de la adquisición de aprendizajes adquiridos en diversidad entornos.

En un informe de KnowledgeWorks (King, Prince y Swanson, 2016), sugieren que el uso de la cadenas de bloques, *Blockchain*, y los contratos inteligentes, van a tener un importante valor sobre la centralización del aprendizaje en torno al estudiante, por lo que el sistema se adaptaría a cada estudiante, en lugar de que cada estudiante tuviera que adaptarse al sistema, como ocurre hoy día. No obstante, estos artículos visionarios no han sido traducidos hasta la fecha en soluciones reales que poder aplicar, solo se pueden observar acercamientos a este tipo de desarrollos.

Blockchain entendida como una tecnología disruptiva asociada a las criptomonedas, en particular al *Bitcoin*, a medida que se expande su conocimiento aflora más su uso y se está extendiendo su aplicación más allá de las monedas digitales, motivo por el cual este ensayo de investigación presenta una revisión documental del objeto de estudio en el ámbito académico. En la educación, ofrece oportunidades de desarrollo y mejoras a la gestión en el sistema educativo a nivel superior, en torno al acompañamiento y seguimiento del desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje del estudiante; y en la investigación, un aporte para resolver un importante problema en las publicaciones, evitar el plagio, todos tendrían acceso a la información y se conocería la autoría y referencias.

Los avances de esta tecnología en el campo educativo no son tan acelerados, motivado al poco tiempo que tiene de haber sido creada, año 2009, sin embargo, se ha comenzado a incursionar en esta área con diferentes innovaciones en algunos procesos que se venían llevando a cabo de forma tradicional, como las certificaciones, calificaciones, identidad del estudiante, trayectos educativos personalizados, pago de matrículas, propiedad intelectual, entre otros. Lo que refiere a la renovación de estos procesos, a partir de la inmutabilidad de los registros en la cadena de bloques y la posibilidad de garantizar la validez de todos los documentos.

Ante este escenario y la posibilidad de promover mecanismos innovadores en el sector académico, este ensayo de investigación

tiene como propósito presentar un acercamiento al estado del arte de la aplicabilidad del *Blockchain* en la Educación Superior, describiendo los fundamentos y desarrollos de esta tecnología en este sector para conocer y reflexionar sobre el respectivo impacto, además del aporte a la gestión educativa en esta sociedad digital del conocimiento y la información.

Fundamentos de la Tecnología Blockchain

Blockchain, en español significa, Cadena de Bloques, es una tecnología que permite mantener registros de la información, de forma distribuida, descentralizada, sincronizada y muy segura, respetando la identidad y la privacidad. Estos registros no permiten su alteración, deshacer o reescribir lo que ha sido guardado. Cualquier institución puede obtener muchos beneficios si aplica correctamente el *Blockchain*, que además impide falsear o borrar la información registrada, siendo ésta una característica fundamental, la inmutabilidad de la cadena.

Loignon (2017) define *Blockchain* como un registro digital de transacciones, distribuidas en toda la red y cuyas copias son idénticas en la computadora de cada miembro, donde ninguna autoridad central gobierna en la misma. Cualquier actor en la red puede ver las entradas de registro y registrar nuevas transacciones, los desacuerdos se resuelven por consenso de la mayoría de los miembros. Las transacciones se agrupan en bloques que luego se vinculan entre sí, formando una cadena de bloques, de ahí el nombre *Blockchain*. Los datos en los bloques están encriptados y no pueden ser descifrados en teoría, por lo tanto, una vez guardado, la información ya no se puede borrar. En esencia, la *Blockchain* contiene un registro preciso, con marca de tiempo y verificable de cada transacción.

En este mismo sentido, Allende (2018) sostiene que *Blockchain*, se debe a la estructura de este registro, consistente en conjuntos de transacciones que son organizados y almacenados en bloques. Los cuales están ordenados cronológicamente y tienen un número identificador, un código alfanumérico conocido como *hash* y firmados digitalmente por la persona que propone o valida el bloque.

Sobre el uso de esta tecnología en el sector educativo Azcárate (2018), indica que Germán Ruipérez, catedrático de Elearning y

de Lingüística Alemana en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y la Universidad Camilo José Cela, sostiene que *Blockchain* ha llegado a la educación para quedarse. Así, las previsiones apuntan a que afectará directamente a la gestión de muchos procesos internos, permitiendo de manera sencilla una gestión automatizada de calificaciones y exámenes, además de evitar cualquier tipo de fraude como el plagio o el cambio de notas.

Un aspecto muy importante en *Blockchain* corresponde a los *Smart Contracts*, en español, Contratos Inteligentes, Allende (2018) sostiene que permiten establecer y definir cómo y quién puede llevar a cabo las transacciones. Son contratos en los que se definen y especifican una serie de cláusulas, como los controles a cumplir por la mercancía mencionados en la sección previa y el pago final acordado en caso de que estos sean superados. Estos son incorporados a la cadena de bloques en la red, que garantiza su seguridad y proporciona el entorno adecuado para su procesamiento automático.

En el ámbito educativo, Bartolomé, Bellver, Castañeda y Adell (2017) sostienen que existe una plataforma basada en *Blockchain* "Learning is earning 2026" , <http://www.learningisearning2026.org>. En la cual, el modelo básico de diseño curricular responde a una fragmentación del programa en pequeños bloques (léase actividades, unidades, lecciones...) que el estudiante recorre según sus propias necesidades y aptitudes. Cada unidad se traduce en un contrato inteligente que se resolverá cuando el sujeto haya adquirido los conocimientos o destrezas de modo satisfactorio.

Con base a lo planteado, los contratos inteligentes se pueden utilizar en las universidades para el desarrollo de procesos de control y seguimiento estudiantil, con base a un conjunto de cláusulas que pueden abordar todo lo académico y administrativo, relacionado a la identidad del estudiante, ruta de aprendizaje, la acreditación, certificación, calificaciones, pagos, propiedad intelectual, entre otros.

Blockchain funciona como una base de datos distribuida, en la que los pares criptográficamente se encuentran seguros, debido a que sólo puede actualizarse a través del consenso entre los nodos, es decir, todos los participantes que se encuentran en la red distribuida.

El mecanismo a través del cual se validan las transacciones que se realizan los nodos es mediante un algoritmo de consenso, que se centra en ejecutar operaciones criptográficas.

¿Cómo funciona la Tecnología Blockchain?

Antes de explicar cómo funciona esta tecnología, es importante destacar, que cualquier información que tenga que ver con la cadena de bloques, ya sea relativa a sus participantes o a la información que se comparte entre ellos, queda registrada en un bloque del *Blockchain* en forma de transacción, aspecto clave en su funcionamiento.

Para describir el funcionamiento de esta tecnología, Allende (2018) plantea los seis (6) pasos en los que se desarrolla el proceso mediante el cual se genera información y se publican nuevos bloques válidos en la cadena.

- Paso 0. Cualquier persona o grupo de personas que quieran ser parte de la red tienen dos opciones en función del tipo de *Blockchain* que se esté utilizando; descargarse la aplicación correspondiente que les convierte en un nodo con los mismos derechos que tienen los demás, o acceder vía una interfaz web que los nodos administradores hayan provisto para el resto de usuarios autorizados. La primera opción es generalmente la correspondiente a redes públicas, donde todo aquel que lo desee puede participar; solamente tiene que descargar el software correspondiente y este, de forma automática, se conectará con un número determinado de nodos y les preguntará por la copia más actualizada de la cadena.
- Paso 1. Una vez los participantes se encuentran conectados a la cadena, el primer paso consiste en enviar información en forma de transacciones que finalmente acabarán constituyendo los bloques de la misma. Es decir, cuando un nodo quiere realizar una transacción, le envía la información sobre la misma a los nodos con los que están conectados. Un primer protocolo actúa aquí de forma automática donde cada nodo comprueba que las transacciones que le llegan sean válidas, para añadirlo a su lista de transacciones, conocida con el nombre de *pool*.
- Paso 2. Cada nodo va llenando su lista o *pool* con las transacciones que va escuchando. Es importante destacar, que los pools de dos nodos diferentes no tienen por qué coincidir puesto que lo normal es que escuchan las transacciones en distinto orden.

Paso 3. En cada ronda, dependiendo del *Blockchain* varían el tiempo, un nodo es escogido aleatoriamente para proponer un bloque. Este proceso es el más importante, siendo el que hace que *Blockchain* sea un registro en el que los distintos no tienen por qué confiar unas en otros. La forma en la que el nodo es escogido aleatoriamente se conoce como protocolo de consenso

- Paso 4. La persona elegida propone un bloque nuevo con las transacciones que ha ido escuchando y registrando en su *pool*. Antes de ser enviado a los demás nodos, este bloque es validado con un *hash*, código alfanumérico obtenido a partir de toda la información del bloque.

- Paso 5. El sistema, correspondiente a los protocolos internos del *Blockchain*, solo acepta el bloque que tiene un *hash* válido. En caso de ser positivo, el resto de nodos verifican que todas las transacciones también sean correctas y actualiza su copia de la cadena con esta nueva versión que contiene el nuevo bloque.

Desde una visión general, las aplicaciones de *Blockchain* facilitan el desarrollo de plataformas educativas en las cuales los estudiantes gestionan sus datos y deciden qué contenidos compartir y con qué personas de forma segura, al impedirse posibles casos de robo de archivos o intentos de plagio, además el caso de tener que gestionar una transacción económica. Otra de las aplicaciones interesantes es un sistema de emisión y certificación de documentos oficiales y titulaciones, mediante el cual se logra asegurar la veracidad de las evaluaciones y títulos que alcanza un estudiante en su vida académica. En este ensayo de investigación se presenta sus usos y propósitos en los determinados contextos.

Tipos de Blockchain

Se pueden distinguir cuatro (4) tipos de *Blockchain*, tal como lo plantean Carmona, Pulido y Orellana (2018), y Allende (2019) correspondientes a:

- Públicas: son aquellas a las que tiene acceso cualquier persona, el procedimiento para participar es descargarse la respectiva aplicación y conectarse, de forma automática, con un determinado número de nodos a los que se les consulta por la versión más actualizada de la cadena. Una vez el nodo está actualizado, tiene

los mismos derechos y deberes que el resto de participantes a la hora de proponer y validar transacciones, replicar las transacciones que escucha o minar.

- Federadas: han ido surgiendo con el propósito de servir como registros descentralizados que permiten generar confianza en entornos complejos con entidades que tienen intereses diferentes. No son públicos, sino que un número determinado de organizaciones, entidades o compañías se encargan de administrar la red y mantener copias sincronizadas del *Blockchain*. El acceso es mediante una interfaz web que estos administradores ponen a disposición de los usuarios.

- Privadas: aquellas en donde el control está a cargo de una única entidad que se encarga de mantener la cadena, dar permisos a los usuarios que se desea participen, proponer transacciones y aceptar los bloques. Son iguales que las federadas pero con solo una entidad a cargo, se destaca que se pierde la descentralización.

- *Blockchain* as a Service (BaaS): Algunas compañías ofrecen los servicios de *Blockchain* en la nube, lo cual no solo consisten en almacenamiento de información, sino que además ofrece aumento en la seguridad, la no necesidad de invertir en hardware y la posibilidad de un entorno más usable con el que trabajar, y crear un canal propio de *Blockchain* sin necesidad de programar.

Los beneficios de esta tecnología en el objeto de estudio, sector educativo, como lo sostiene Grech y Camilleri (2017), solo se pueden lograr mediante el uso abierto de *Blockchain*, que utiliza un sistema de código abierto, estándares abiertos para datos y aplica soluciones de gestión de datos autónomas. Para lograrlo, el desarrollo y la aplicación de esta tecnología en la educación deben verse como una competencia compartida, de modo que garantice un equilibrio entre el sector privado y el interés público.

Ventajas de Blockchain

Grech y Camilleri (2017) sostienen que las principales ventajas ofrecidas por *Blockchain*, que se pueden aplicar en el contexto educativo, son las siguientes:

- Autenticidad: los usuarios pueden identificarse y mantener privados todos sus datos personales y de almacenamiento.

- Confianza: a los usuarios toda la confianza requerida en las operaciones para llevar a cabo las diversas transacciones, como pagos, obtención de calificaciones, certificados, entre otros.
- Transparencia y origen: las personas pueden realizar sus transacciones conociendo los participantes en la transacción.
- Inmutable: los registros se escriben y almacenan de forma permanente, sin modificaciones ni alteraciones de los datos.
- Descentralizada: elimina la necesidad de una autoridad centralizada a cargo de las transacciones y la gestión de los registros.
- Sin mediadores: los usuarios pueden realizar transacciones directamente entre ellos sin necesidad de un intermediario.

Blockchain permite crear un sistema basado en la confianza para que las universidades, estudiantes y empresas logren grandes avances en el ámbito académico, la formación y de la contratación de calidad, que les permita interactuar de forma transparente y segura.

Tecnología Blockchain y Educación Superior

La evolución tecnológica en la sociedad de la información y del conocimiento, amerita la incorporación de la tecnología en los procesos educativos para promover su transformación e innovación educativa. De acuerdo a los expertos, Bartolomé, Bellver, Castañeda y Adell (2017) la educación es uno de los próximos escenarios donde la tecnología *Blockchain*, puede ofrecer una transformación y un cambio en los centros educativos, especialmente en las universidades, donde se podría aplicar tanto dentro como fuera del aula, en la construcción y gestión de las rutas de aprendizaje personalizadas.

Se puede evidenciar el impacto que ha tenido *Blockchain* en la educación superior, en torno al desarrollo de aplicaciones para atender necesidades específicas, además de las diferentes oportunidades que ofrece a los estudiantes, docentes e instituciones para optimizar los procesos académicos y organizacionales que se desarrollan, correspondientes a la gestión de certificaciones, identidad digital de los estudiantes, usos educativos, propiedad intelectual, procesos de pago, entre otros.

Bartolomé, Bellver, Castañeda y Adell (2017) plantean que el punto de partida del uso del *Blockchain* en la educación, es la acreditación

del curriculum vitae, además de otras aplicaciones a portafolios, evidencias de aprendizaje, insignias en aplicaciones gamificadas, entre otras. Destacan estos autores que posiblemente han de pasar años para se produzca una implementación relevante en el área educativa. Sin embargo, estos autores mencionan que los cambios se están produciendo rápidamente y posiblemente la velocidad de esta implementación estará más condicionada por la rápida adopción social de la tecnología que por el éxito de estas experiencias.

En torno a posibles y probables aplicaciones reales de *Blockchain* en educación, sostienen,

Grech y Camilleri (2017, p. 9)

Acelerar el fin de los sistemas de “certificación basados en el papel”, “automatizar el reconocimiento y la transferencia de créditos”, almacenar y verificar el registro completo de logros de aprendizaje formales e informales a lo largo de la vida de una persona, que podrá verificar automáticamente la validez de los certificados que se le hayan otorgado sin necesidad de contactar con la organización que los expidió, hacer el seguimiento de los usos de materiales bajo propiedad intelectual, reducir los costes de la gestión de datos de las organizaciones educativas, agilizar los pagos a algunas instituciones con criptomoneda ad hoc, cheques escolares o becas.

En este mismo sentido, Roebuck (2019) sostiene que es muy pronto para hablar de *Blockchain* en educación, sin embargo, destaca que hay investigaciones, las cuales se presentan en este artículo, avances e innovaciones prometedoras en el área, asimismo el mencionado autor comparte cinco formas en que esta tecnología está revolucionando la educación superior.

a) Expedientes y credenciales de los estudiantes.

La educación está cambiando hacia un modelo personalizado. ¿Cuáles son las competencias y credenciales de cada individuo? La realidad es que el aprendizaje se lleva dentro y fuera del aula, además las personas aprenden a lo largo de la vida, y en su expediente académico casi no se refleja ese proceso de aprendizaje permanente.

Blockchain ofrece un modelo para la recopilación y el intercambio seguro de todos los indicadores de las competencias desarrolladas,

los registros académicos, así como también las insignias, certificados, citas, cartas de recomendación y demás documentos oficiales. Corresponde a un portafolio electrónico inalterable, verificable y actualizable, con toda la información de sus experiencias de vida orientadas al aprendizaje. Motivo por el cual, *Blockchain* es fundamental para evitar el fraude, proporcionando un medio confiable para establecer la veracidad de la información.

b) Plataforma de asociación.

Una de las pocas universidades que evalúa usar como método de pago Bitcoin, es el City College de Nueva York, destaca que el impacto potencial de *Blockchain* en el lado financiero de la academia va mucho más allá de la criptomoneda. Es importante mencionar, que la educación superior ha evolucionado hacia un modelo distribuido desde hace algún tiempo. Con base a ello, se puede apreciar, que en Estados Unidos, los colegios y las universidades han estado creando asociaciones para colocar de forma colectiva a disposición diversos recursos educativos. Uno de estos esfuerzos, Internet 2 Net + Initiative, que ofrece un conjunto de aplicaciones y otros servicios basados en la nube a los cuales pueden acceder las universidades participantes.

El modelo basado en transacciones de redes de pares P2P, conocido por sus siglas en inglés peer-to-peer de *Blockchain* funciona perfectamente en el establecimiento de consorcios entre las universidades. Motivo por el cual, los contratos inteligentes, basados en *Blockchain* (transacciones digitales encriptadas y distribuidas entre más de dos partes) podrían emplearse para garantizar la velocidad y la transparencia de las transacciones que se lleven a cabo.

c) Derechos de autor y protección de derechos digitales.

La capacidad de *Blockchain* para administrar, compartir y proteger el contenido digital le permite a los investigadores, profesores, miembros de las universidades y otras personalidades de nivel superior, crear y controlar su propiedad intelectual al compartirla, para conocer la forma en que la usan.

Los profesores, por ejemplo, podrían ser recompensados en función del uso real y la reutilización de sus materiales de enseñanza, de forma similar a cómo se les recompensa en función de las citas en trabajos de investigación y revistas.

Blockchain también será interesante y pertinente en la evolución de los repositorios virtuales de contenido en las comunidades

universitarias, donde podría usarse para seleccionar contenido digital y proteger los derechos digitales de autor, entre otras áreas.

d) Plan de estudios (malla curricular).

Se debe incorporar *Blockchain* a la lista de habilidades tecnológicas emergentes que los empleadores solicitarán en los próximos años. Motivo por el cual se debe incluir en los programas de estudios, desarrollar las habilidades de programación de *Blockchain*, destacando que la tecnología presenta un desafío educativo único porque se encuentra en la intersección de muchas áreas de conocimiento, como negocios y tecnología, incluidas políticas, leyes, comercio, transacciones, derechos de propiedad intelectual, criptografía e inteligencia artificial, entre otras. Por lo tanto, la educación *Blockchain* requiere un enfoque interdisciplinario, como por ejemplo, el programa desarrollado por el Centro Berkeley de Derecho y Negocios que combina negocios, derecho, economía, ciencias de la computación e ingeniería.

e) Plataforma de aprendizaje e innovación.

.Muchos estudiantes con su espíritu microemprendedor ven sus oportunidades educativas en el aprendizaje de *Blockchain* como preparación para la próxima generación de empresas y emprendimientos. Por lo que se están desarrollando distintas iniciativas a nivel mundial para incentivar el desarrollo de aplicaciones basadas en *Blockchain*. Todo esto motivado a que el emprendimiento representa en sí mismo un enfoque de aprendizaje basado, no solo en el ensayo y en el error, sino también en el aprendizaje basado en problemas. El emprendimiento en sí mismo es una propuesta de aprendizaje basado en la experiencia.

Por ejemplo, recientemente Oracle auspició un proyecto organizado por el Carolina FinTech Hub llamado Desafío Generación *Blockchain*. El concurso, consistía en que los equipos de estudiantes de las universidades locales presentaran propuestas basadas en esta tecnología, recibieron 31 propuestas de 29 equipos que desarrollaron aplicaciones dirigidas a los sectores de energía, finanzas, educación y salud, un total de 68 participantes.

Por su parte, Bartolomé y Moral-Ferrer (2018) plantean una clasificación sobre el uso del *Blockchain* en la Educación, correspondiente a cuatro (4) categorías:

1- Identidad y registros de los estudiantes.

Corresponde al proceso de identificación de los estudiantes; protección de la privacidad; medición, registro y acreditación de logros; además de conservar la información de forma segura, en la institución. *Blockchain* puede ser programado para conservar virtualmente todo tipo de información valiosa e importante, comenzando por certificados de nacimiento, hasta registros educativos, tarjetas de la seguridad social, deudas de estudiante y todo lo que pueda ser codificado, todo en una plataforma segura, además de que el estudiante tenga su identidad y pueda usar los servicios de la institución sin necesidad de estar presentando su medio de identificación.

2- Nueva Pedagogía.

La acreditación e incluso el prestigio de una institución de Educación superior está basada en su eficacia para promover el aprendizaje. Si hay algo que amerita actualización e innovación en este sector, es el modelo educativo, romper con el mecanismo tradicional de la clase magistral. Todo esto demanda adaptar la enseñanza a cada estudiante y crear nuevos modelos de aprendizaje. En la sociedad digital del conocimiento, actualmente es importante la capacidad para aprender a lo largo de la vida, para investigar, analizar, sintetizar, contextualizar y evaluar críticamente la información; además para aplicar la investigación en la resolución de problemas; la colaboración y comunicación. Teniendo que para un aula, las consignas son agilidad, apertura y consenso: identificar qué hay que aprender, distribuir el trabajo entre estudiantes con ganas y capacidad para hacerlo, ponerse de acuerdo en las funciones, responsabilidades y premios, y entonces codificar todo en contratos inteligentes. Tanto profesores como estudiantes necesitan formarse para participar en un sistema educativo que funcione de esta manera.

3- Blockchain y Costos.

A través de *Blockchain*, se definen mecanismos fiables para valorizar y financiar la educación, además premiar a los estudiantes por la calidad de su trabajo. En este sentido se establece un proceso que permite pagar y/o financiar los estudios con el uso de las criptomonedas, además del registro y control de todos los pagos realizados, de forma transparente y segura.

4- La Meta-Universidad.

Blockchain permitirá a la Universidad del siglo XXI convertirse en una red y un ecosistema. En este sentido, los innovadores tienen una gran oportunidad para crear una experiencia educativa relevante, para estudiantes de cualquier lugar, ensamblando los mejores materiales de aprendizaje en línea del mundo, y permitiendo a los estudiantes, desde donde se encuentren geográficamente, organizar sus trayectos de aprendizaje con el apoyo de una red de tutores y facilitadores especialistas en las diferentes áreas de conocimiento. Para desarrollar estos esquemas para los estudiantes, las universidades requerirán profundos cambios estructurales, y los educadores necesitarán trabajar de forma colaborativa.

Algunos expertos en *Blockchain* ven un gran potencial en su aplicación en el área educativa; motivo por el cual, la Comisión Europea a través del Centro Común de Investigación de la UE (JRC, Joint Research Centre) realizó un informe para presentar las ventajas que ofrece esta tecnología en la educación y su uso para la formación. Grech y Camilleri (2017) señalan que la investigación aborda el valor que *Blockchain* puede aportar en el sector educativo, a través de un enfoque que explora su potencial para la acreditación digital de aprendizaje personal y académico. En este informe titulado *Blockchain in Education* (Grech y Camilleri, 2017) explican cómo esta tecnología disruptiva puede transformar las normas institucionales de manera favorable y empoderar a los estudiantes en su uso de forma responsable, segura, rápida y transparente, asumiendo su rol como responsables en la conducción de su proceso de aprendizaje. Además propone ocho (8) escenarios de la aplicación de *Blockchain* en el área educativa basados en el actual desarrollo e implementación de esta tecnología.

Los escenarios que presentan Grech y Camilleri (2017) en el mencionado informe corresponden al uso del *Blockchain* para:

- Escenario 1: Emisión y disposición de los certificados de forma permanente. Las organizaciones educativas que emiten certificaciones digitales usarán una *Blockchain* pública para almacenarlas con sus respectivas firmas digitales y se entregan

directamente a los usuarios. Además, se dispone la verificación de la autenticidad del certificado, que establece una comparación con la firma digital (hash) almacenado en la cadena de bloques.

- Escenario 2: Verificación de la acreditación en varios pasos. Bajo este escenario, no solo las organizaciones educativas usarían los certificados digitales descritos en el escenario 1, las organizaciones que acreditan también colocarían sus propias firmas digitales en *Blockchain*. Esto permitiría verificación no solo de que el Estudiante X haya recibido un certificado de la Institución Y, sino también que la Institución Y fue certificada por la Organización de Acreditación Z. Tal sistema podría usarse para asegurar que la organización educativa que emite la certificación fue autorizada por el gobierno o respectivo ente, o para verificar que la organización educativa tenía certificaciones de calidad específicas con diferentes instituciones.

- Escenario 3: Reconocimiento automático y la transferencia de créditos. En este escenario, las organizaciones educativas que usan créditos para otorgar reconocimiento de experiencias y aprendizajes, podrían otorgarlos y transferirlos a una *Blockchain* personalizada construida específicamente para el registro de estos créditos.

- Escenario 4: Pasaporte de aprendizaje permanente. Bajo este escenario, los estudiantes podrían almacenar su propia evidencia de aprendizaje recibida de cualquier fuente, ya sea formal, no formal o informal, y cuando se comparte en una *Blockchain* se usaría para la verificación instantánea de la autenticidad de estos documentos.

- Escenario 5: Seguimiento de la propiedad intelectual y recompensas por su uso y reutilización. En este caso, los docentes e investigadores usarían una cadena de bloques para anunciar la publicación de recursos educativos abiertos y registrar las referencias que usaron. Esto permitiría la notarización de la fecha de publicación por razones de derechos de autor, así como también, el seguimiento del nivel de reutilización de cualquier recurso específico. En un escenario cerrado de propiedad intelectual, el mismo sistema podría usarse para rastrear el uso y reutilización de la propiedad intelectual creada por una institución. Esto también podría estar acoplado a un contrato inteligente que distribuiría el pago a los autores del material basado en la cantidad de uso de su propiedad intelectual.

- Escenario 6: Recibir pagos de estudiantes a través de *Blockchain*. En este escenario, los estudiantes realizarán los respectivos pagos

por sus estudios a través de criptomonedas que están basadas en *Blockchain*.

- Escenario 7: Proporcionar fondos para estudiantes a través de *Blockchain*, en términos de cupones. Mediante este escenario, el financiamiento del respectivo ente, para la matrícula sería entregado a los estudiantes como cupones en una *Blockchain*. Los cupones podrían programarse para liberar tramos de financiamiento para el estudiante o la organización educativa, basada en ciertos criterios de rendimiento como las calificaciones.

- Escenario 8: Uso de identidades independientes verificadas para la identificación de estudiantes dentro de las organizaciones educativas. Aquí, después de que los estudiantes compartan sus datos personales en las oficinas de admisión dentro de la organización educativa, recibirán la certificación de su identidad. Usar identificación biométrica en un teléfono inteligente, junto con el certificado, le permitirá identificarse en cualquier otra área de la organización que requiera su identidad, como la biblioteca, el gimnasio, el comedor, residencias estudiantiles, asociaciones estudiantiles, entre otro. Cada uno de estos servicios podría identificar al estudiante sin la necesidad de solicitar o almacenar datos personales nuevamente.

En torno a la gestión universitaria Carneiro y Guimarães (2018), plantean algunas posibilidades del uso del *Blockchain*, debido a que es una red que permite ejecutar el procesamiento y realizar el almacenamiento de manera compartida. Los mencionados autores destacan que se puede observar su uso en algunos aspectos de estas instituciones, correspondiente a: a) Intercambio y validación de informaciones circulantes en las universidades; b) La creación de identidades digitales en línea para realizar los servicios que ofrece la universidad; c) Desburocratización de los procedimientos administrativos con reducción del esfuerzo operacional; d) Mecanismos de seguridad y datos e informaciones de las universidades; e) Colaboración en la elaboración y seguimiento del Plan de Desarrollo Institucional (PDI); f) Acceso a la información del ciudadano, en especial en lo que respecta a la implantación del Plan de Datos Abiertos de la Institución.

Es importante mencionar, que el uso de la tecnología *Blockchain* ofrece mecanismos para transformar e impulsar un cambio de manera significativa en la experiencia educativa, en particular porque ofrece la posibilidad de disponer de un conjunto de aplicaciones y servicios que están en la nube, fácilmente accesibles para todas las instituciones educativas y toda su comunidad de manera segura, confiable y transparente.

Con base a lo planteado en las investigaciones, se puede destacar que el uso del *Blockchain* en Educación está asociado a diferentes aspectos: a) la implementación de una ruta de aprendizaje personalizada y acreditada bajo un enfoque por competencias; b) la identidad digital del participante en la institución; c) la trazabilidad de los logros del estudiante, en la cual se lleve el registro de las calificaciones, certificaciones, titulaciones y demás documentos oficiales; d) seguimiento de la propiedad intelectual, evitando plagios; e) pago y financiamiento de los programas de estudios en criptomonedas; e) veracidad en la acreditación entre varias instituciones; f) protección de los datos; y g) acreditación de experiencias y aprendizajes, que le permitan al estudiante registrar sus logros y credenciales alternativas.

Todos estos elementos ofrecen la posibilidad de un cambio en la gestión académica, administrativa y organizacional en las instituciones de educación superior teniendo un impacto relevante en la conducción de los procesos de enseñanza y aprendizaje, orientados al desarrollo de competencias integrales para desenvolverse de manera estratégica y creativa en esta era digital, en coherencia con la realidad nacional e internacional.

Ahora bien, sobre las consideraciones pedagógicas del uso de *Blockchain*, Koulaidis (2018) sostiene que esta tecnología permite tratar el conocimiento como una construcción elaborada por los estudiantes, mediante fragmentos similares de conocimiento (representados por bloques = códigos). Pero la combinación/disposición/ secuenciación de esos bloques de conocimiento no tiene que ser necesariamente la misma para cada persona; a veces estos itinerarios son distintos para cada persona. El constructivismo aborda el problema de tratar con constructos individuales de forma colectiva, en este mismo sentido, el nuevo aspecto que introduce *Blockchain*, es una articulación válida de bloques de conocimiento asegurados de forma colectiva. Es decir,

que la adquisición de nuevas combinaciones se puede verificar de forma independiente, colectiva y aceptada.

Lo que permite a los estudiantes de una oferta variada, la construcción de trayectos educativos personalizados avalados por la institución, con base a su perfil y necesidades, además de hacer autoevaluación de su proceso; mientras que los profesores, como tutores y guías, pueden visualizar la ruta, acompañar en el desarrollo del aprendizaje y ver su progreso. Además el registro de los aprendizajes y logros, expresados en certificaciones y titulaciones, en Blockchain de manera segura y disponible para ser verificados.

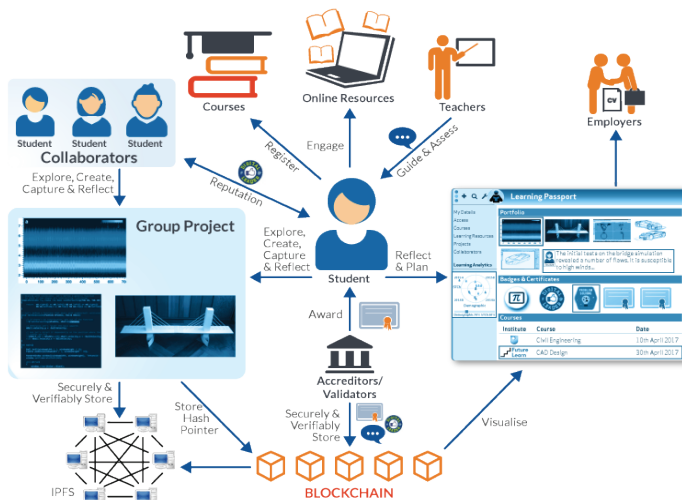
En este mismo sentido, Koulaidis (2018) plantea que los estudiantes pueden reconstruir su itinerario en cualquier punto y compararlo con el de otros, encontrar métodos para superar obstáculos cognitivos utilizando recursos similares a otros que ya han sido desarrollados por sus compañeros y que ahora están disponibles. Aunado a ello, los docentes, pueden aplicar técnicas de aprendizaje individualizadas y adecuadas a las necesidades de cada estudiante, sugerir recursos educativos de aprendizaje o materiales que hayan sido útiles a otros estudiantes con inconvenientes similares, compartir información de forma transparente, segura y eficiente.

Finalmente, Koulaidis (2018) destaca que el aprendizaje suele comenzar cuando un estudiante intenta descubrir sus equivocaciones u obstáculos, motivo por el cual tener disponible todos los itinerarios, permitirá el desarrollo de programas personalizados, y la capacidad del docente de atender las dudas y errores de los estudiantes, lo que supone un giro de la práctica pedagógica y, si se emplea con éxito, la transformará de forma radical.

En la figura 1 se puede observar de forma gráfica la propuesta de OpenBlockchain (2019), sobre la relación entre los estudiantes, docentes y las instituciones, además del portafolio virtual en el cual se registra la identidad, logros y certificaciones obtenidas por el participante, toda esta información de manera segura y transparente.

Figura 1.

Gestión académica del estudiante en *Blockchain OpenBlockchain* (2019)



Aplicaciones prácticas de Blockchain en Educación Superior

Las universidades están observando el potencial que tiene esta tecnología y han comenzado a estudiar su aplicación en el área educativa para desarrollar entorno más colaborativos e interconectados. Existen diferentes y reconocidos casos prácticos de *Blockchain* en algunas instituciones, donde se puede observar sus diferentes usos. A continuación se presentan:

- **Massachusetts Institute of Technology:** MIT, en el Medialab lleva a cabo el proyecto Blockcerts (Schmidt, 2016). Es un estándar abierto para crear aplicaciones que emiten y verifican registros oficiales basados en *Blockchain*, como certificados, credenciales académicas, notas, licencias profesionales, entre otros documentos oficiales. Blockcerts consiste en bibliotecas de código abierto, herramientas y aplicaciones móviles que permiten un ecosistema descentralizado, basado en estándares y centrado en el receptor, que permite la verificación sin confianza a través de la tecnología *Blockchain*.

Bartolomé y Moral (2018) plantean que Blockcert incluye cuatro componentes: Distribuidor: la universidad, que crea certificados

digitales conteniendo un amplio rango de afirmaciones sobre las destrezas, logros o características del estudiante, todo registrado en una cadena de bloques. Certificado: que debe ajustarse a los requisitos; Verificador: alguien que sin necesidad de depender del “distribuidor” verifica que el certificado no ha sido alterado, que lo ha emitido una determinada institución y corresponde a un determinado individuo; Cartera: cada estudiante almacena sus certificados en esta “cartera” compartiéndolos con otros, que deban verificar sus credenciales.

- **Open University, Reino Unido**, el instituto Knowledge Media a través de un grupo de jóvenes investigadores han desarrollado el proyecto *OpenBlockchain*, en su sitio web <http://Blockchain.open.ac.uk> comparten ideas, publicaciones, vídeos y las actividades desarrollados sobre la temática, están enfocados en la formación en esta tecnología en línea.

- **Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)** desarrolló una iniciativa pionera en España, que se encuentra en fase piloto, para aplicar el *Blockchain* al ámbito académico, denominada Certiblock (Gonzalez, Paniagua, Perez, Delgado, Rodríguez, Gil y Sanjuán, 2018). Permite la emisión y validación de los títulos universitarios de manera segura, además incrementa la eficiencia, ahorra costos y tiempo en la expedición de estos certificados académicos. Otro aporte importante es que evita su falsificación, debido a la seguridad que aporta la cadena de bloques, aunado a ello, facilita su verificación y disponibilidad por parte de otras universidades o empresas, motivado a que una vez que el título se inserta en *Blockchain*, no puede ser alterado ni eliminado.

- **Universidad de Nicosia, UNIC**: Tapscott y Tapscott (2017) sostienen que la UNIC se considera pionera en el compromiso para maximizar el potencial de la tecnología *Blockchain* en el ámbito educativo y es un aspecto importante en su propuesta de valor. Tienen muchos avances en esta temática, son la primera institución que: acepta Bitcoin para el pago de matrículas de todos sus grados (octubre 2013); ofrece un curso universitario online sobre criptomoneda, un MOOC llamado “Introducción a la moneda digital” (enero de 2014); Ofrece un programa académico acreditado, el Master of Science in Digital Currency (marzo de 2014); un máster online en inglés cuya primera promoción egresó en junio de 2016; emite certificados académicos en la *Blockchain*

de Bitcoin utilizando una plataforma informática desarrollada por la propia universidad (septiembre 2014).

Ahora bien, además de las universidades mencionadas, existe una plataforma educativa de educación en línea, desarrollada por una empresa española, Tutellus <http://www.tutellus.com>, centrada en el uso de videos para la formación. Su plataforma fue desarrollada con la tecnología *Blockchain*, NEM, es descentralizada con un nuevo sistema de incentivos mediante el cual todos los usuarios son recompensados directamente de acuerdo con el valor que brindan a la comunidad, es decir estudiantes por sus logros y profesores. Su fundador Miguel Caballero señala que:

CriptoNoticias (2018)

Tutellus se ha convertido en el primer ecosistema educativo basado en la cadena de bloques del mundo que tiene un sistema de incentivos integrado, un sistema con el cual se pretende resolver el problema de la desmotivación en docentes y alumnos en plataformas comunes. A los estudiantes en la plataforma se les pagará por el aprendizaje, mientras que a los maestros se les remunera según su impacto en el éxito de sus alumnos. (p.2)

En este mismo sentido, el dinamismo hace un poco complejo tener actualizada la lista de las organizaciones que están experimentando esta tecnología, sin embargo, para la fecha se puede resaltar que existen algunas instituciones tales como: Tecnológico de Monterrey en México, Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), la Universidad de Cambridge, la Universidad de Texas en Austin, la Universidad de Manchester, la Universidad de California en Berkeley, la Escuela de Economía y Ciencia Política de Londres y la Universidad de Melbourne, en Chipre, la Universidad de Nicosia, otorgan sus certificaciones digitales de cursos o programas formativos, según sea el caso, en *Blockchain*.

Por otro lado, en España, la Universidad Pontificia de Comillas ha creado el primer laboratorio de investigación *Blockchain*, adscrito al Observatorio Tecnológico Fintech ICADE Everis, en la sede del Centro de Innovación del Derecho (CID-ICADE) de la universidad. Mientras que en Argentina, la Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

de La Plata en 2018 creó el primer centro de investigación sobre la cadena de bloques, UTN *Blockchain* Lab, con el objetivo de estudiar las principales redes *Blockchain* públicas para el desarrollo de casos de uso, así como de los contratos inteligentes y los aspectos legales aplicables a esta tecnología.

Finalmente, Lizcano y Lara (2019) plantean un Modelo de Confianza en la Enseñanza Superior abierta y Ubicua, basado en la tecnología *Blockchain*, que certifica la adquisición de competencias por parte de estudiantes formados en diferentes instituciones docentes, se basa en un protocolo de consenso de expertos que forman parte del mismo sistema. Como lo destacan sus autores, permite comprobar de manera fidedigna la adquisición de competencias por parte de los estudiantes y, lo que es más, garantizar que la preparación de estos es acorde a la realidad laboral y a las necesidades actuales demandadas en el mercado. . Además, se permite poner en valor a las entidades formadoras implicadas en ese proceso, sean del tipo que sean, evaluándolas de forma justa, automática y descentralizada. Se facilita que dichas entidades tengan un mecanismo rápido y eficaz para autoevaluar sus enseñanzas y adaptarse al mundo laboral tan cambiante. También se simplifican los procesos de contratación y evaluación de candidatos por parte de las empresas empleadoras, que, además, no tendrán que preocuparse por la falsificación documental, que quedará erradicada. Finalmente, los estudiantes gozarán de un completo currículum digital, infalsificable, sencillo de consultar y validado por una comunidad competente.

Conclusiones

Blockchain es una tecnología que luego de varios años siendo utilizada en las criptomonedas, ha empezado a ser empleada en diversos sectores muy diferentes, entre ellos la Educación Superior por las facilidades que aporta en la gestión académica, administrativa y organizacional en las universidades.

Es notorio el potencial que tiene la tecnología disruptiva *Blockchain*, que se encuentra en desarrollo, motivo por el cual, las instituciones de educación superior observan su aplicabilidad y la factibilidad en ese sector educativo, debido a que se puede gestionar altos volúmenes altos de información y contenidos en tiempo real, lo que le permite

realizar un cambio en la gestión de los programas educativos. Con base a la revisión documental presentada en este artículo, se evidencia que se puede emplear en la gestión de certificados, credenciales académicas, notas, licencias profesionales, entre otros documentos oficiales, adquisición de competencias, pagos, así como también en el seguimiento y control del proceso de aprendizaje personalizado de cada estudiante.

Blockchain se convierte en una alternativa interesante, para proporcionar a la gestión universitaria, mecanismos que permitan mejorar la planificación, agilizar los procesos, incrementar el seguimiento de las acciones y la evaluación de los resultados, de tal manera que se lleve a cabo de forma segura, transparente, ágil y eficiente. Algunas instituciones han desarrollado estudios pilotos con el uso de *Blockchain*, únicamente para gestionar el proceso de acreditación de certificados y otras organizaciones lo están utilizando para aceptar el pago en criptomoneda.

Con base a todo lo presentado en este ensayo de investigación, se puede concluir que en esta era digital esta tecnología en las universidades ofrece la oportunidad del desarrollo de un sistema ideal para el seguimiento y verificación de las metas de aprendizaje de cada estudiante, un portafolio digital de modo que el participante podría tener organizado y recopilado todos sus resultados, adquisición de las competencias y credenciales ante cualquier necesidad administrativa o formativa, aunado a ello, permitiría crear mecanismos para la acreditación del aprendizaje. Facilitaría el intercambio universitario, la movilidad entre instituciones de este ámbito educativo, la acreditación y reconocimiento de créditos, así como también, compartir conocimientos, todo esto de forma más segura y transparente, avalada por los sistemas educativos.

En este mismo sentido, con el uso de esta tecnología en las universidades, se puede implementar la construcción de itinerarios de aprendizaje personalizados con el apoyo de una red de instructores y facilitadores educativos locales o ubicados en cualquier parte del mundo, la acreditación del aprendizaje y experiencia, y todo lo que involucra la gestión académica-administrativa en estas instituciones y con otros entes. Además, favorecería en el desarrollo de aprendizajes activos y autónomos, pero siempre verificables y accesibles.

Finalmente, en el ámbito de la investigación ofrecería un mecanismo abierto de acceso a las publicaciones y seguimiento de la propiedad intelectual, para evitar plagios. Este artículo abre la posibilidad de seguir explorando el enorme potencial que tiene en otros ámbitos educativos.

Referencias

- Allende, M (2018) *Blockchain*. Cómo desarrollar confianza en entornos complejos para generar valor de impacto social. ITE/IPS TechLab. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Azcárate, L (2018). Tendencias Tecnológicas en la Educación - Tecnología Blockchain. [Mensaje en un blog]. Tendencias Tecnológicas en la Educación. Recuperado de <http://azcarateortiztendencias.blogspot.com/>
- Bartolomé, A., & Lindín, C. (2019). Posibilidades del Blockchain en Educación. *Education In The Knowledge Society (EKS)*, 19(4), 81-93. doi:10.14201/eks20181948193. Disponible en: <http://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/eks20181948193/19762>
- Bartolomé, A. R., Bellver, C., Castañeda, L., y Adell, J. (2017). *Blockchain en Educación: introducción y crítica al estado de la cuestión*. [Revista en Línea] Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa, (61), a363. Disponible en: <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/915>.
- Bartolomé, A y Moral, J. (2018). *Blockchain en Educación. El marco*. En *Blockchain en Educación*. [Libro digital]. Barcelona: LMI. Colección Transmedia XXI. Disponible en: <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/915>
- Tapscott, D. y Tapscott, A. (2017). *The Blockchain Revolution and Higher Education*. [Revista en Línea] EDUCASE. Disponible en: <https://er.educause.edu/articles/2017/3/the-Blockchain-revolution-and-higher-education>
- Carmona, A.; Pulido, S.; Orellana, D. (2018) *Trading, Blockchain y criptoconomía. La punta del iceberg*. España, Uno Editorial.
- Carneiro, M; y Guimarães, C. (2018). *Blockchain y gestión universitaria*. En *Blockchain en Educación*. [Libro digital]. Barcelona: LMI. Colección Transmedia XXI. Disponible en: <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/915>
- CriptoNoticias (2018). <https://www.criptonoticias.com/educacion/tutellus-apuesta-transformar-educacion-tecnologia-Blockchain/>
- Gonzalez, R; Paniagua, F; Perez, J; Delgado, C; Rodríguez, D; Gil, R; Sanjuán, E. (2018). CertiBlock: Emisión y validación de títulos universitarios con *Blockchain*. Congreso Internacional de Educación Superior de Calidad en el Espacio Latinoamericano (ESCEL). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/323966578_CertiBlock_Emision_y_validacion_de_titulos_universitarios_con_Blockchain

- Grech, A. y Camilleri, A. F. (2017) *Blockchain in Education*. En: Dos Santos, I. (Comp.) [Libro 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)
- Hernández, R (2017) Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. Propósitos y Representaciones, Propósitos y Representaciones Ene. - Jun. 2017, Vol. 5, Nº 1: pp. 325 – 347. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Koulaidis, V. (2018) *La tecnología Blockchain como herramienta pedagógica*. En *Blockchain en Educación*. [Libro digital]. Barcelona: LMI. Colección Transmedia XXI. Disponible en: <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/915>
- Lizcano Casas, D. y Lara Torralbo, J. A. (2019). Aproximación basada en Blockchain para crear un modelo de confianza en la enseñanza superior abierta y ubicua. Estudios de Investigación, Tecnología, Ciencia y Educación, Vol 13, p.p 5-36.
- Loignon, S. (2017) *Big Bang Blockchain. La segunda revolución del internet*. Paris, Tallandier.
- OpenBlockchain (2019). Proyecto OpenBlockchain. Knowledge Media Institute Disponible en: <http://Blockchain.open.ac.uk>
- Roeb, K. (2019) *5 Ways Blockchain Is Revolutionizing Higher Education*. [Revista en línea] Forbes. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/oracle/2019/01/02/5-ways-Blockchain-is-revolutionizing-higher-education/#398facba7c41>
- Schmidt, Ph. (2016). Blockcerts — An Open Infrastructure for Academic Credentials on the Blockchain. MLLearning. Disponible en: <http://www.blockcerts.org/guide/>