



## Revista de Investigación en Educación Militar

Volumen 1, número 1, enero-diciembre 2020, pp. 93-104

Bogotá, D. C., Colombia

E-ISSN: 2745-0171

<https://doi.org/10.47961/27450171.9>

## Modelo de tecnología Blockchain en la autenticación de certificados inteligentes para entidades educativas

**Nicolás Beltrán Álvarez**

<https://orcid.org/0000-0003-3656-6930>

[u1401152@unimilitar.edu.co](mailto:u1401152@unimilitar.edu.co)

Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D. C., Colombia

**Leonardo Juan Ramírez López**

<https://orcid.org/0000-0002-6473-5685>

[leonardo.ramirez@unimilitar.edu.co](mailto:leonardo.ramirez@unimilitar.edu.co)

Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D. C., Colombia

**Citación:** Beltrán Álvarez, N., & Ramírez López, L. J. (2020). Modelo de tecnología Blockchain en la autenticación de certificados inteligentes para entidades educativas. *Revista de Investigación en Educación Militar*, 1(1), 93-104. DOI: <https://doi.org/10.47961/27450171.9>

Publicado en línea: 1.º de diciembre de 2020

Los artículos publicados por la *Revista de Investigación en Educación Militar* son de acceso abierto bajo una licencia Creative Commons: Atribución - No Comercial - Sin Derivados.

Para enviar un artículo:

<https://revistascedoc.com/index.php/riem/about/submissions>



Editorial IU CEDOC

# Modelo de tecnología Blockchain en la autenticación de certificados inteligentes para entidades educativas

Blockchain technology model in the authentication of smart certificates for educational entities

Nicolás Beltrán Álvarez  
Leonardo Juan Ramírez López

Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D. C., Colombia

## Resumen

Con la globalización, las entidades educativas tienen el reto de emitir certificados seguros que garanticen su autenticidad y eviten la falsificación. El objetivo de este estudio es modelar un sistema Blockchain capaz de implementar el servicio de autenticación de certificados estudiantiles para distintas entidades educativas de la nación. Los factores que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del modelo fueron la teoría del funcionamiento de la tecnología Blockchain, la herramienta de autenticación automática más robusta en la actualidad, y la adaptación del modelo de autenticación en certificados como servicio. Con este diseño se fomenta el uso de Blockchain como servicio de autenticación y se muestra su aplicación para que en un futuro se pueda implementar el modelo en todas las entidades educativas que generen con seguridad sus diplomas y/o certificados.

**Palabras clave:** Blockchain; certificados inteligentes; educación; tecnologías 4.0; trazabilidad.

## Abstract

With globalization, educational entities have the challenge of issuing secure certificates that guarantee their authenticity and prevent falsification. The objective of this study is to model a Blockchain system capable of implementing the student certificate authentication service for different educational entities in the nation. The factors that were taken into account for the development of the model were the theory of how Blockchain technology works, the most robust automatic authentication tool today, and the adaptation of the authentication model in certificates as a service. With this design, the use of Blockchain as an authentication service is encouraged and its application is shown so that in the future the model can be implemented in all educational entities that safely generate their diplomas and/or certificates.

**Keywords:** Blockchain; education; smart certificates; technologies 4.0; traceability

Artículo de investigación científica y tecnológica

**Recibido:** 5 de julio de 2020

**Aceptado:** 3 de octubre de 2020

**Contacto:** Leonardo Juan Ramírez López ✉ [leonardo.ramirez@unimilitar.edu.co](mailto:leonardo.ramirez@unimilitar.edu.co)

## Introducción

“Modelo de tecnología Blockchain en la autenticación de certificados inteligentes para entidades educativas” es una propuesta de investigación que busca agilizar y optimizar procesos y trabajos relacionados con la verificación de autenticidad de los diferentes documentos y certificados que una institución educativa tenga como obligación brindar a todo el público.

El modelo se centra en la tecnología Blockchain, la cual trabaja de manera automática, sin dependencia humana, con su característica única libre de suplantaciones y falsificaciones, de manera que brinda más seguridad al autenticar los certificados en cuestión de minutos desde cualquier parte del mundo.

La investigación se desarrolló siguiendo la metodología de Google para el “Diseño y proceso de servicios en la nube”, en la cual se explica la necesidad de un modelo rápido y seguro, junto con su diseño, su planificación y su desarrollo.

### **Contexto: qué son los certificados estudiantiles, tipo de certificados y para qué se usan**

En las últimas décadas, la implementación de la educación pública en el país aumentó el número de estudiantes progresivamente. La idea de educación escolar gratis para todos produjo que muchas empresas, al momento de contratar a un empleado, tuvieran que pedir a los postulantes como prerrequisito de contrato mínimo haber culminado el noveno grado escolar (educación básica) y cumplir con la experiencia necesaria (Carrada, 2001).

En el 2017, Colombia contaba con un total de 10'203.000 estudiantes matriculados en todo el territorio nacional, de los cuales el 88 % pertenecía a colegios y el 12 % a educación superior. Con los años, el aumento de trabajos profesionales en las diferentes áreas del saber obligó que muchos bachilleres tuvieran que formarse y especializarse en el área del conocimiento en la que quisieran laborar, lo cual generó lo que se conoce como “títulos profesionales” y aumentó los niveles de estudios con posgrados, tales como: especializaciones, maestrías, doctorados y posdoctorados (Ministerio de Educación Nacional, 2017).

En este contexto, con los diversos títulos profesionales en circulación, las entidades educativas deben demostrar ante la comunidad laboral la calidad de sus estudiantes graduados y sustentar quién, cómo y cuándo culminaron los estudios en la institución. Los títulos profesionales, junto con otros títulos académicos, se conocen como certificados estudiantiles, que, como su nombre lo dice, certifican a la persona que adquirió conocimientos y culminó sus estudios en una entidad educativa (Ferranti & Ibarrola, 2005).

En la actualidad, en Colombia se cuenta con dos tipos de certificados estudiantiles: (1) los certificados sin expedición, los cuales certifican la adquisición de conocimientos por el resto de la cadena profesional del graduado, por ejemplo, los títulos académicos escolares y universitarios, cuyo conocimiento no necesita ser renovado en el transcurso del tiempo. (2) A

diferencia del anterior, los certificados con expedición certifican los conocimientos adquiridos por periodos cortos (2 a 6 años), entre los cuales se encuentran los certificados de manejo de idiomas o de capacitaciones laborales, certificados que tienen que renovarse constantemente para tener validez (López, 1998).

### **Problema: defecto del modelo actual de certificados**

Con el impacto de la globalización, millones de personas viajan a través del mundo con el propósito de adquirir nuevos conocimientos o simplemente de buscar diferentes fuentes de empleo en otros países. Cada país cuenta con un sistema laboral y de educación con estándares de evaluación y títulos profesionales distintos, de manera que el proceso de autenticación de los documentos tiene que hacerse con mucho tiempo de anticipación. En este contexto, existe la problemática constante de falsificación de certificados estudiantiles: un diploma puede ser escaneado y modificado para suplantar a un profesional que sí ha adquirido un título, de forma que la única manera de comprobar si esa persona efectivamente se le acredita dicho título es comunicarse directamente con la institución educativa (Anta, 2000).

### **Estado del arte: industrias 4.0 (optimización) Blockchain y su crecimiento**

Con el aumento de las tecnologías emergentes y el desarrollo tecnológico, las industrias 4.0 se establecieron como eje central del modelo industrial de la última década, con el principal propósito de usar las tecnologías como método de optimización de procesos, tiempos y costos. Una de las tecnologías con más evolución de la industria 4.0 es Blockchain, cuya fama se acredita el éxito aplicativo de Blockchain en Bitcoin, el cual basa su servicio en inversiones y transferencias de dinero, con operación a nivel mundial, sin pérdidas de dinero y sin necesidad de una entidad que lo regule gracias a la funcionalidad Blockchain, que opera como un sistema descentralizado, íntegro, transparente y seguro (Lasi et al., 2014).

### **TIGUM: UxTIC y su trabajo con Blockchain**

El Grupo de Investigación en Telemedicina de la Universidad Militar Nueva Granada (TIGUM) tiene como propósito mejorar la calidad de vida de los colombianos usando como herramienta las tecnologías de la información. El grupo trabaja con tecnologías emergentes de la industria 4.0, tales como: IoT, Big Data y Blockchain, siendo esta última el área más estudiada actualmente. TIGUM trabaja de la mano con la asociación UxTIC y con el Mintic para desarrollar modelos de implementación de sistemas Blockchain, de modo que es un referente universitario en investigación y manejo del Blockchain (UxTIC, 2020).

## Metodología

### Diseño y proceso de servicios en la nube

Para desarrollar el modelo se implementó una metodología de diseño y procesamiento en la nube, normalizada y propuesta por Google, cuya función principal es adaptar servicios y entornos de trabajos a sistemas totalmente digitales (Google, 2020). La metodología se divide en seis fases, cada una de las cuales debe seguir un respectivo orden y si se requiere, se puede regresar a las fases anteriores para ajustar mejor el modelo. Estas fases son:

1. Identificación del servicio.
2. Definición de estructuras y requerimientos del servicio.
3. Identificación de instrumentos.
4. Diseño del sistema.
5. Planificación de costos y optimización.
6. Desarrollo, monitoreo y operación.

## Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

### Identificación del servicio

Antes de plantear el modelo es necesario reconocer el propósito, las características y las funciones del servicio que se espera prestar, para lo cual se deben resolver las siguientes preguntas:

1. *¿Cuál es la función del servicio?* Sistema informático capaz de autenticar de manera automática documentos digitales, tales como: certificados estudiantiles, títulos profesionales, certificados de idiomas, entre otros.
2. *¿Cómo funciona el servicio?* El grupo TIGUM realiza diferentes capacitaciones a estudiantes e integrantes del grupo de investigación y al finalizar entrega un certificado digital a cada participante. El servicio consiste en que si alguien desea autenticar la validez del certificado digital, solo tendrá que cargar el documento en la página web del grupo TIGUM<sup>1</sup> y la misma página se encargará de validar o no el certificado en cuestión de segundos.
3. *¿Por qué es tan importante nuestro servicio?* El servicio es importante porque acaba con la falsificación y la suplantación de certificados estudiantiles por medio de un sistema automático que detecta si el certificado es falso o si es un certificado oficial.

---

1 <http://tigum.umng.edu.co>.

4. *¿Qué hace único a nuestro sistema?* El sistema optimiza los procesos de entrega y de autenticación de los certificados. Como es automático, el proceso es totalmente transparente, dinámico y no depende de terceros, de modo que cualquiera puede utilizar el sistema de forma rápida desde internet.

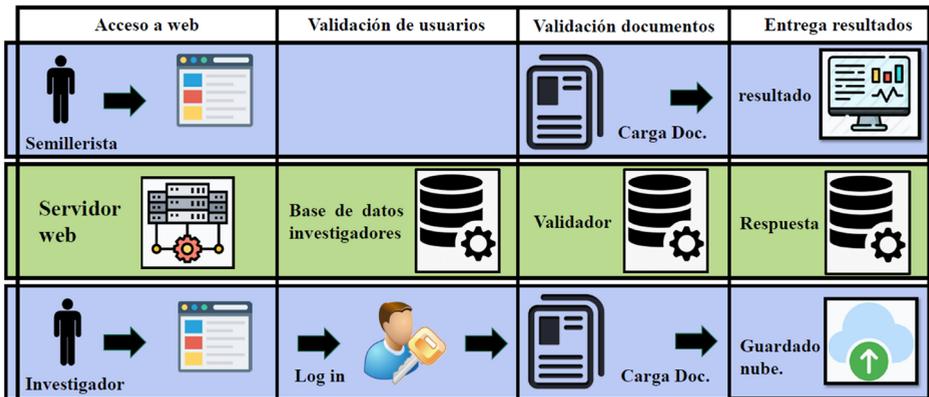
### Definición de estructuras y requerimientos del servicio

Luego de identificar el servicio y de plantear los objetivos del sistema, se pasa a la fase de estructuras y requerimientos, la cual se divide en dos partes.

#### Definir la lógica empresarial

Definir por medio de un modelo sistemático el funcionamiento y los pasos que se deben llevar a cabo en el servicio que se ofrece, para lo cual se diagraman los procesos con una lógica ordenada.

Para establecer la lógica empresarial se toma la respuesta a la pregunta sobre cómo funciona el servicio y se diagrama en una cadena de procesos. En la figura 1 se presenta la lógica empresarial del modelo, que está dividido en cuatro procesos para dos puntos de vista distintos según el tipo de usuario: semillerista (participante de la capacitación) e investigador (generador de certificados). Es decir, los procesos varían según el tipo de usuario.



**Figura 1.** Lógica empresarial del modelo.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se explica cada uno de estos procesos:

1. *Acceso a web.* Cada usuario entra a la página web del grupo TIGUM, la cual está implementada en un servidor web.
2. *Validación de usuarios.* Solo los investigadores y funcionarios del grupo TIGUM tienen usuarios de acceso, los cuales están almacenados en una base de datos que valida si el usuario es correcto.

3. *Validación del documento.* Tanto el semillerista que quiere validar su certificado, como el investigador que quiere cargar los certificados al sistema, requieren que el sistema valide los documentos, trabajo que hace un servidor validador.
4. *Entrega de resultados.* Después de validar los documentos, el sistema entrega una respuesta: en el caso de los semilleristas, informa si el certificado es válido o no, y en el caso del investigador, la respuesta a si el certificado se almacena o no.

### **Requerimientos y puntos críticos del servicio**

Con la lógica empresarial ya establecida, el siguiente paso es identificar los requerimientos mínimos que el sistema debe tener para operar, además de analizar diversos factores que podrían generar riesgo para el sistema. De esta forma, para adaptar los servicios que se van a prestar se definieron los requerimientos en tres categorías:

#### 1. Tiempo:

- 1.1 *Tiempo de operación.* El sistema debe funcionar las 24 horas del día y los siete días de la semana.
- 1.2 *Tiempo de inactividad.* Los tiempos de mantenimiento no deben ser superiores a dos horas y en jornadas de 00:00 a 02:00 a. m.
- 1.3 *Tiempo de respuesta.* El sistema tiene que responder en un periodo máximo de dos minutos.

#### 2. Datos:

- 2.1 *Tipos de datos.* El sistema opera solamente certificados y datos de usuarios.
- 2.2 *Grupos de datos.* Los datos se segmentan por capacitaciones.
- 2.3 *Cantidad de datos.* Para iniciar, se debe promediar trescientos certificados por capacitación y se realizan una o dos capacitaciones al mes.

#### 3. Usuarios:

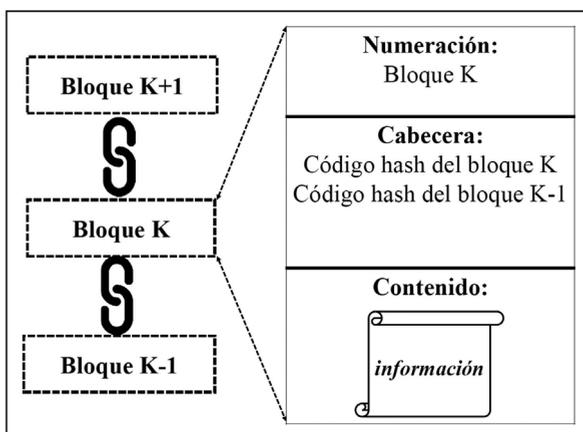
- 3.1 *Tipos de usuarios.* El sistema debe estar diseñado para cualquier tipo de usuario con conocimientos básicos en computación.
- 3.2 *Cantidad de usuarios.* El servicio cuenta con un grupo pequeño de investigadores, aproximadamente 15 personas, pero con un número indefinido de semilleristas, los cuales varían semestralmente.
- 3.3 *Roles y permisos.* El sistema debe tener tres roles en el servicio: (1) semillerista, que solo podrá consultar los documentos; (2) investigadores, que cargan y consultan los documentos, y (3) el administrador, que controla desde los usuarios hasta las funciones del sistema.

### **Identificación de instrumentos**

Hasta este punto de la adaptación se ha definido cuál es el servicio, cómo funciona y qué necesita; ahora falta definir cómo se aplica.

Como se mencionó, la metodología de investigación está orientada a ofrecer soluciones en la nube y deja libre el diseño y la implementación de cualquier red en la nube. En consecuencia, analizando la importancia del servicio y partiendo de la necesidad de contar con un sistema transparente, automático y descentralizado, se propuso cumplir los requerimientos por medio de una red Blockchain.

Para entender por qué se eligió Blockchain como instrumento de solución a los requerimientos del sistema, es necesario entender qué es y cómo funciona: "Blockchain es un sistema de red descentralizado, capaz de realizar registros únicos, consensuados y distribuidos en varios nodos de la red" (Ren et al., 2020). Como su nombre lo dice, Blockchain significa "cadena de bloques", específicamente, bloques de información capaces de almacenar los datos como si fueran registros, como se observa en la figura 2, donde se simplifica la estructura de un "bloque" de la "cadena" del sistema en tres partes primordiales: numeración, cabecera y contenido (Ren et al., 2020).



**Figura 2.** Estructura de un bloque dentro de la cadena de bloques.

Fuente: elaboración propia.

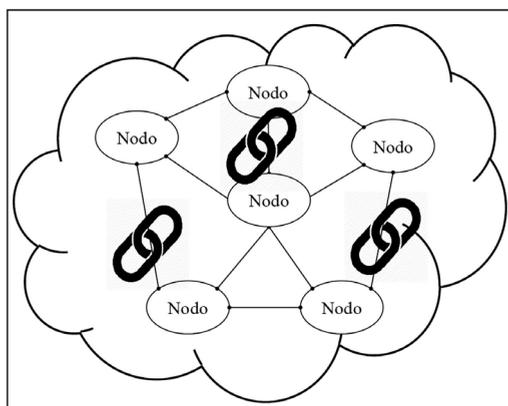
Asimismo, para entender por qué Blockchain es un sistema tan seguro, es necesario explicar la gran función de la cabecera del bloque, concretamente el código hash, que es un código único que sirve como identificador del bloque. Para generar este código, se toma el bloque de información ya construido (con la información ya almacenada) y se trata con la función criptográfica sha256, la cual escanea el bloque y al final genera el código hash de dicho bloque (Wang, Duan & Zhu, 2018). Los códigos hash tienen dos funciones principales:

1. *Generar cadenas de bloques.* Los códigos hash sirven con identificadores únicos de los bloques. En la figura 2 se observa cómo en la cabecera cada bloque tiene su propio código hash y el hash del bloque anterior a él, lo cual tiene el propósito de generar la cadena de bloques. Esta cadena permite estructurar los datos de tal

forma que toda la información esté conectada entre sí, de manera que si un bloque de información se borra, la cadena se rompe y notifica al sistema.

2. *Asegurar integridad de la información.* Los códigos hash son unidireccionales, es decir, parten de un bloque de información para obtener un código, pero con el código no se puede obtener la información del bloque. De esta manera, si alguien modifica algún bloque de información, el código hash cambia y como consecuencia se rompe la cadena y posteriormente se notifica al sistema, como se explicó a propósito de la conectividad entre bloques.

Este sistema de bloques permite realizar registros únicos de información y su modelo de registros en bloques lo hace propicio para generar consultas en tiempos muy cortos. No obstante, como toda la información queda almacenada en la cadena, es decir, centra todos los datos en un solo lugar, es necesario explicar la función principal de la red Blockchain: se trata de una red de computación nodal, es decir, un grupo de servidores conectados entre sí donde cada servidor se conoce como nodo, tal como lo podemos observar en la figura 3.



**Figura 3.** Red de nodos Blockchain.

Fuente: elaboración propia.

Los nodos tienen tres funciones principales:

1. *Generación de bloques.* Cada nodo tiene la función de crear los bloques de la cadena, donde luego de procesar los datos en un bloque, utiliza la función sha256 para generar el código hash y se lo asigna a cada bloque.
2. *Descentralizar la red.* Todos los nodos trabajan por igual, la red no incluye un nodo maestro o un nodo líder, ya que estos no son necesarios. Blockchain utiliza protocolos de comunicación avanzados que permiten comunicar todos los nodos entre sí de manera automática, lo cual evita generar bloques repetidos y, en caso tal de que un nodo caiga o se apague, los demás nodos seguirán funcionando independientemente.

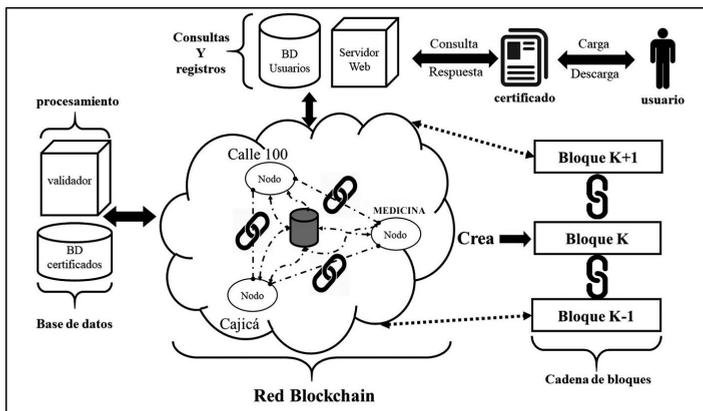
3. *Copias y actualizaciones.* Cada nodo genera bloques de la cadena y todos los nodos se comunican entre sí. Por esta razón existen varias copias de la cadena, pues cada nodo tiene su propia copia de la cadena, la cual se va actualizando a medida que se generan nuevos bloques. En consecuencia, cuando se agrega un nuevo bloque a la cadena, el nodo generador reparte una copia de la cadena a los demás nodos para que estos puedan seguir trabajando en los bloques posteriores y, en caso tal de que un nodo pierda o borre su cadena, este pueda solicitar una copia a cualquier nodo vecino.

En resumen, las características de Blockchain mencionadas son las siguientes:

1. *Gran velocidad.* Al ser un sistema totalmente automatizado, muchos procesos reducen su tiempo de respuesta, como la toma de decisiones en caso de errores o la distribución de trabajos.
2. *Sistema transparente.* Como el sistema no depende del factor humano, sus registros son transparentes e íntegros, ya que no se puede modificar ni borrar la información almacenada.
3. *Seguimiento y control.* La estructura de bloques permite hacer el seguimiento de la información sin necesidad de modificarla. A su vez, el modelo de cadena permite que la información se proteja a sí misma, lo cual evita la necesidad de intermediarios.

### Diseño del sistema

El eje central para diseñar la infraestructura del modelo es el servicio de certificados inteligentes. En la figura 4 se observa el diseño final de la infraestructura de red para el servicio, para lo cual se adaptó la lógica empresarial del modelo junto con los instrumentos de solución a los requerimientos (Blockchain).



**Figura 4.** Infraestructura de red del servicio.

Fuente: elaboración propia.

La estructura contiene los siguientes equipos:

- *Nodos.* La infraestructura se basa en tres nodos Blockchain, cada uno ubicado en una de las sedes de la Universidad Militar (sede Campus Cajicá, sede Calle 100 y sede Medicina), lo cual permite que haya constante conectividad y que la red no se afecte en caso de que se desconecte o se apague un nodo.
- *Servidores.* El proyecto cuenta con la conexión a la red de dos servidores autónomos (no dependen de la red Blockchain): el primero, el servidor web, es el encargado de dar acceso a la página web y a los servicios del sistema, procesa las solicitudes de los usuarios y entrega de manera visual las respuestas del segundo servidor, el servidor validador, que está encargado de todo el procesamiento de la información. Este segundo servidor comprueba y consulta la cadena de bloques para validar los certificados y dar respuesta al servidor web.
- *Base de datos.* El sistema tiene dos bases de datos, cada una asociada a un servidor. La primera almacena los datos de los investigadores y consulta los registros cuando alguien quiera cargar un certificado. La segunda base se encarga de almacenar los certificados para que el servidor validador pueda corroborar la información de la base de datos junto con la información de la cadena de bloques cuando procesa una consulta.

En resumen, la estructura se divide tres partes:

1. *Front-End.* Es la parte frontal del diseño con la que interactúan los usuarios. Al igual que se necesita un sistema seguro y rápido, el sitio web tiene que cumplir con características estéticas y entendibles orientadas a los usuarios, ya que el servicio no funcionaría si estos no pueden realizar la consultas, comprender la página, acceder o ingresar su usuario.
2. *Back-end.* A diferencia del *front-end*, el *back-end* solo interactúa con el usuario administrador encargado de controlar toda la infraestructura. Esta sección se encarga de tomar decisiones, generar alertas, validar los datos y procesar la información.
3. *Red Blockchain.* Eje central de la infraestructura, su función principal es conectar el *front-end* y el *back-end*, así como generar o compartir la cadena de bloques a disposición del *back-end* para realizar las consultas en los registros de los bloques.

### **Planificación de costos y optimización**

A partir del diseño de la arquitectura del sistema se asignan los presupuestos y los costos de la implementación, los cuales se separaron en dos categorías:

1. *Costos de implementación.* Presupuestos dirigidos a todos los costos que generaría la implementación del diseño, por ejemplo: consultorías y diseños, equipos y materiales, instalaciones y mano de obra.
2. *Costos posimplementación.* Presupuesto asignado para que el servicio opere durante mínimo dos meses luego de la implementación. Dentro de estos costos se encuentran los siguientes: salario de los operarios (administrador), pagos por consumo de energía, mantenimiento de los equipos y gastos operacionales.

### **Desarrollo, monitoreo y operación**

Para implementar el modelo se genera primero un servicio BETA, el cual cuenta con un acceso limitado y sirve para monitorear el comportamiento del servicio implementado e identificar posibles fallos que no se hubieran contemplado en el diseño.

Luego de realizar las pruebas de seguridad y de poner el servicio en un estado crítico simulado, el servicio se puede lanzar sin restricción de usuarios, tal y como se había planeado inicialmente.

### **Conclusiones**

La investigación explicó el funcionamiento teórico-práctico de la tecnología Blockchain y la adaptó al servicio de certificados inteligentes, se desglosó cada factor del servicio y se describió la lógica de los procesos para adaptarlos.

El análisis de la tecnología Blockchain permite proyectar su gran impacto como tecnología emergente dentro de la industria 4.0. Las tres características del Blockchain que se identificaron en la investigación (velocidad, transparencia y control), lo hacen ideal para adaptar otros servicios, como historiales clínicos, sistemas de votación, control de cadenas de suministros, control antidoping, contratos inteligentes, entre otros.

Asimismo, el proyecto permitió al grupo TIGUM crear un modelo de autenticación de certificados automático con una infraestructura que se puede adaptar a cualquier otro servicio de autenticación de documentos, lo cual abre las posibilidades para que otras instituciones lo adapten y mejoren.

Con esta investigación, el grupo TIGUM suma otro producto investigativo referente al estudio del Blockchain y las tecnologías emergentes. De esta manera, proyecta continuar su trabajo de la mano con la Universidad Militar Nueva Granada para seguir generando productos y proyectos innovadores que permitan mejorar la calidad de vida de los colombianos.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Universidad Militar Nueva Granada por su apoyo al grupo TIGUM y a sus investigadores para la realización de este artículo.

## Declaración de divulgación

Los autores declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con el artículo.

## Financiamiento

Los autores no declaran fuente de financiamiento para la realización de este artículo.

## Sobre los autores

**Nicolás Beltrán Álvarez** es ingeniero en Telecomunicaciones de la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, D. C., Colombia. Investigador junior del grupo de investigación TIGUM de la Universidad Militar Nueva Granada.

<https://orcid.org/0000-0003-3656-6930> - Contacto: [u1401152@unimilitar.edu.co](mailto:u1401152@unimilitar.edu.co)

**Leonardo Juan Ramírez López** es ingeniero electrónico y especialista en Instrumentación Electrónica. Magíster en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia y doctor en Ingeniería Biomédica de la Universidad de Mogi das Cruzes de São Paulo (Brasil). Profesor e investigador senior de la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, D. C., Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-6473-5685> – Contacto: [leonardo.ramirez@unimilitar.edu.co](mailto:leonardo.ramirez@unimilitar.edu.co)

## Referencias

- Anta, G. (2000). *Procesos de acreditación y certificación de la competencia laboral*. <https://www.oei.es/historico/oeivirt/fp/iberfop02.htm>
- Ferranti, D., & Ibarrola, D. (2005). Educación y trabajo. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 10, 303-313. <https://www.redalyc.org/pdf/140/14002502.pdf>
- López Rupérez, F. (1998). La gestión de calidad en educación. En *III Congreso Internacional del CLAD sobre la reforma del Estado y de la administración pública* (pp. 14-17).
- Google. (2020). Migración a Google Cloud comienza ahora Soluciones.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6, 239-242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Ministerio de Educación Nacional. (2017). Educación Nacional.
- Ren, Y., Zhu, F., Sharma, P. K., Wang, T., Wang, J., Alfarraj, O., & Tolba, A. (2020). Data query mechanism based on hash computing power of blockchain in internet of things. *Sensors*, 20(1), 207, <https://doi.org/10.3390/s20010207>
- Carrada Bravo, T. (2001). La cultura organizacional en los sistemas de salud. ¿Por qué estudiar la cultura? *Mediagraphic Artemisa*, 40(3), 203-211. <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2002/im023e.pdf>
- UxTIC. (2020). UxTIC - Red de universidades para fomento de la investigación en tecnologías de la información y la comunicación. <https://uxtic.co/spip/index.php>
- Wang, M., Duan, M., & Zhu, J. (2018). Research on the Security Criteria of Hash Functions in the Blockchain.