

UNIVERSIDAD ESAN



**Modelo de implementación del proceso de emisión de los certificados de estudios mediante el uso de la tecnología Blockchain, en las instituciones educativas de gestión pública de la modalidad de educación básica regular del nivel secundaria en Lima Metropolitana**

**Trabajo de investigación presentado para obtener el grado de Magister en Dirección de Tecnologías de Información**

**por:**

**Accho Rojas, Vladimir Braulio**

**Alejandria Niño, Ermes Jean Pierre**

**Gamboa Ayala, Cesar Alejandro**

**Rodriguez Llancaya, Carlos Arturo**

**Programa en Dirección de Tecnologías de Información**

**Lima, 12 de Setiembre de 2022**

Este trabajo de investigación

**Modelo de implementación del proceso de emisión de los certificados de estudios mediante el uso de la tecnología Blockchain, en las instituciones educativas de gestión pública de la modalidad de educación básica regular del nivel secundaria en Lima Metropolitana**

ha sido aprobado por:



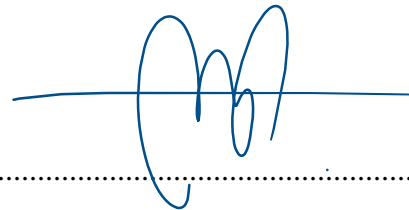
.....  
Esteban Rafael Estrada Hora (Jurado)



.....  
Jordi Fernandez Nieto (Jurado)



.....  
Ramón Batalla Font (Jurado)



.....  
Richard Moarri Nohra (Asesor)

Universidad ESAN

2022

# INDICE GENERAL

<b>1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1. El Problema de Investigación</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Justificación del Problema</b>	<b>1</b>
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>3</b>
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
<b>1.4. Hipótesis</b>	<b>4</b>
1.4.1. Hipótesis General	4
<b>1.5. Alcance y Limitación</b>	<b>4</b>
1.5.1. Alcance	4
1.5.2. Limitación	5
<b>2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Marco Legal</b>	<b>6</b>
2.1.1. Marco Normativo de la Emisión de Certificados de Estudios	6
2.1.2. Falsificación de Documentos	6
2.1.3. Firma y Certificado Digital	7
2.1.4. Acreditación a través de INDECOPI	7
<b>2.2. Marco Contextual</b>	<b>8</b>
2.2.1. Educación Secundaria en Instituciones Educativas Públicas en Perú	8
2.2.2. Emisión y Obtención de Certificados de Estudios	8
2.2.3. MINEDU	9
<b>2.3. Marco Teórico</b>	<b>11</b>
2.3.1. Estado del Arte: Blockchain	11
2.3.2. Modelos de Aplicación de Blockchain	22
2.3.3. Instituciones Educativas que usan Blockchain en el Mundo	30
<b>3. CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>32</b>
<b>3.1. Diseño General de la Investigación.</b>	<b>32</b>
<b>3.2. Fuente de Información</b>	<b>32</b>
3.2.1. Fuentes Primarias	33
3.2.2. Fuentes Secundarias	33
3.2.3. Documentación no numérica	33
<b>3.3. Método de Recolección de Datos</b>	<b>34</b>
3.3.1. Entrevistas a Profundidad	34
3.3.2. Focus Group	35
<b>3.4. Análisis cualitativo</b>	<b>35</b>
3.4.1. Objetivos del Análisis Cualitativo	36
3.4.2. Metodología del Análisis Cualitativo	38

<b>4. CAPÍTULO 4: PROCESO ACTUAL DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ESTUDIOS</b>	<b>39</b>
<b>4.1. Procedimientos Actuales en Instituciones Educativas de Gestión Pública de Lima Metropolitana</b>	<b>39</b>
4.1.1. Proceso 1: Solicitar Certificado de Estudios en el Canal Digital MiCertificado	39
4.1.2. Proceso 2: Solicitar Certificado de Estudios en la Institución Educativa	40
4.1.3. Proceso 3: Solicitud del Certificado de Estudios en la UGEL	41
4.1.4. Proceso 4: Solicitud del Certificado de Estudios en el MINEDU	41
<b>4.2. Problemas Actuales y su Relación con el Problema a Resolver</b>	<b>42</b>
<b>4.3. Valoración del Proceso de Expedición de Certificados de Estudios</b>	<b>43</b>
<b>4.4. Análisis SEPTE, Beneficios y Perspectivas de la Aplicación del Blockchain</b>	<b>44</b>
4.4.1. Impacto Social	45
4.4.2. Impacto Económico	46
4.4.3. Impacto Político	47
4.4.4. Impacto Tecnológico	47
4.4.5. Impacto Ecológico	48
<b>5. CAPÍTULO 5: MODELO DE IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>49</b>
<b>5.1. Proceso Digital Actual de Emisión de Certificados de Estudios</b>	<b>49</b>
<b>5.2. Solución Tecnológica para la Emisión de Certificados de Estudios</b>	<b>53</b>
5.2.1. Infraestructura Tecnológica	61
5.2.2. Proveedor del Servicio	62
<b>5.3. Modelo de Gestión del Proyecto</b>	<b>63</b>
5.3.1. Fase de Inicio	63
5.3.2. Fase de Planificación	65
5.3.3. Fase de Ejecución	70
5.3.4. Fase de Seguimiento y Control	72
5.3.5. Fase de Cierre	72
<b>6. CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MODELO DE IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>73</b>
<b>6.1. Costos Proceso Actual para la Emisión de los Certificados de Estudios</b>	<b>73</b>
6.1.1. Costos Fijos	74
<b>6.2. Costos Proceso Propuesto para la Emisión de los Certificados de Estudios</b>	<b>75</b>
6.2.1. Inversión Inicial para la Implementación	75
6.2.2. Inversión Operativa	76
<b>6.3. Evaluación Financiera del Proyecto</b>	<b>77</b>
<b>7. CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>80</b>
<b>8. CAPÍTULO 8: Referencias Bibliográficas</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ejemplo de Arquitectura de Blockchain</i>	13
<i>Figura 2. Componentes de la Arquitectura del Blockchain</i>	13
<i>Figura 3. Identidad Digital</i>	19
<i>Figura 4. Ejemplo de Identidad Digital</i>	20
<i>Figura 5. Redes Blockchain desplegadas por Sector (2019)</i>	23
<i>Figura 6. Casos de Uso de Redes Blockchain desplegadas (2019)</i>	24
<i>Figura 7. Diagrama de Infraestructura de una Plataforma Blockchain académica</i>	25
<i>Figura 8. Campos de Acción del Modelo en el Sector Salud</i>	26
<i>Figura 9. Diagrama de Procesos en el Sector Salud</i>	27
<i>Figura 10. Diagrama de Componentes del Modelo en Sector Salud</i>	28
<i>Figura 11. MER del Modelo en Sector Salud</i>	29
<i>Figura 12. Proceso de Autorización y Aprobación de Wallet en Modelo del Sector Educativo</i>	29
<i>Figura 13. Flujo de Creación de Certificados en Modelo del Sector Educativo</i>	30
<i>Figura 14. Web Mi Certificado (<a href="https://certificado.minedu.gob.pe">https://certificado.minedu.gob.pe</a>)</i>	50
<i>Figura 15. Flujo virtual de Otorgamiento de Certificado. (Elaboración propia)</i>	51
<i>Figura 16. Flujo presencial de Otorgamiento de Certificado. (Elaboración propia)</i>	51
<i>Figura 17. Formato de Certificado de Estudios. Fuente: Página Oficial UGEL</i>	52
<i>Figura 18. Mecanismo de Verificación de Web Mi Certificado (<a href="https://certificado.minedu.gob.pe/validate">https://certificado.minedu.gob.pe/validate</a>)</i>	53
<i>Figura 19. Arquitectura de Software del Modelo propuesto (Elaboración propia)</i>	54
<i>Figura 20. Prototipo Módulo Configurar Data Wallet (Elaboración propia)</i>	57
<i>Figura 21. Prototipo Módulo Mis Tipos de Documento (Elaboración propia)</i>	58
<i>Figura 22. Prototipo Módulo Mi Plantilla (Elaboración propia)</i>	58
<i>Figura 23. Prototipo Módulo Instanciar Tipo de Documento (Elaboración propia)</i>	59
<i>Figura 24. Prototipo Certificado de Estudios Emitido con Hash (Elaboración propia)</i>	59
<i>Figura 25. Prototipo Autenticación de Certificados (Elaboración propia)</i>	60
<i>Figura 26. Flujograma del Modelo de Emisión de Certificado de Estudio (Elaboración propia)</i>	61
<i>Figura 27. Flujograma de Autenticación de Certificado de Estudio (Elaboración propia)</i>	61
<i>Figura 28. Guía de Matriz de Riesgos</i>	70
<i>Figura 29. Fase de Ejecución</i>	71
<i>Figura 30. Fase de Seguimiento y Control</i>	72
<i>Figura 31. Comparación entre Opciones de Créditos bancarios</i>	80

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Persona vs. Perfil.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 2. Participante vs. Perfil .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 3. Análisis Cualitativo Persona, Entrevista, Focus Group .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 4. Metodología del Análisis Cualitativo .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 5. Comparación entre Certificados Físicos y Digitales.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 6. Principales Hitos del Proyecto.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 7. Presupuesto del Proyecto.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 8. Roles y Responsabilidades en El Proyecto.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 9. Matriz de Asignación de Responsabilidades .....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 10. Matriz de Riesgos del Proyecto .....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 11. Costo promedio anual de un Colegio en Lima Metropolitana para la Emisión de Certificados de Estudio..</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 12. Costo referencial del Promedio anual de un Colegio en Lima Metropolitana.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 13. Inversión para la Implementación .....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 14. Comparación de Proveedores de Blockchain .....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 15. Costo de Virtual Server IBM Cloud .....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 16. Lista de Costos de Operación anual .....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 17. Evaluación financiera del Proyecto .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 18. Escenarios para la Implementación según el Número de IEs beneficiadas.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 19. Beta Promedio sin Apalancamiento.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 20. Detalle de la Tasa de Descuento .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 21. Inflación y Crecimiento esperado.....</i>	<i>80</i>

# **1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

## **1.1. El Problema de Investigación**

El problema abordado en este trabajo de investigación son las consecuencias negativas suscitadas por el aumento de certificados de estudios de educación básica secundaria falsos, así como la dificultad actual para validarlos. La presencia de un mercado ilegal es parte del origen de este problema en Latinoamérica, pues los oferta, y tiene una demanda creciente, debido a que existen personas que aspiran a ser incluidos en el mercado laboral formal, pero que han esquivado los requerimientos legales y académicos vigentes. El efecto de la existencia de certificados falsos es perjudicial para la sociedad en general.

El Perú no está libre de esta problemática, presente recurrentemente en establecimientos públicos y privados, incluso en la aplicación para la obtención de licencia de conducir normada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Aunque algunas medidas de seguridad han sido tomadas como el uso de tintas y papeles especiales, este problema aún existe dada la facilidad con la que personas en el marco de la ilegalidad acceden a impresoras de alta calidad a costo reducido y la ignorancia generalizada sobre lo que un certificado de estudio debe detallar.

Por lo expuesto en esta sección, se propone en el presente trabajo de investigación el uso de la tecnología Blockchain como alternativa confiable para la validación de certificados emitidos por colegios secundarios acreditados por MINEDU. Blockchain ofrece múltiples ventajas como: inmutabilidad, accesibilidad, seguridad y minimización de costos, su uso ofrece la posibilidad de reforzar la validez y fiabilidad de los certificados, debido a sus características de información inmutable, generando confianza a la comunidad educativa y a la ciudadanía en general.

## **1.2. Justificación del Problema**

Para acreditar el ingreso a instituciones de educación superior, centros de educación técnico-productiva, estudios en el extranjero, fuerzas armadas o para realizar prácticas laborales

es indispensable contar con el certificado de estudios emitido por la Institución Educativa competente que compruebe la finalización de estudios básicos.

Actualmente, la emisión de los certificados de estudios es un trámite que se viene realizando de manera presencial, que involucra un levantamiento de información que puede demorar hasta 8 días hábiles. En algunas Instituciones Educativas el tiempo puede ser mayor con el sobre esfuerzo para consolidar la información en la temporada de cierre y apertura del año escolar. Esto genera mucha insatisfacción y disconformidad para la comunidad educativa (estudiantes, padres de familia, apoderado, tutor, docentes y directores) dado que este documento es indispensable para que una persona pueda acreditar la trayectoria educativa en otras instituciones y seguir su desarrollo tanto académico como profesional.

Debido a la pandemia mundial de COVID-19, este proceso ha traído consigo muchos problemas a las Instituciones Educativas en la expedición y entrega de los certificados, puesto que el número de contagios incrementaron exponencialmente durante el 2020 y los estudiantes de los centros educativos no asistieron presencialmente durante ese año y gran parte del 2021. Cabe señalar que, además, muchos padres de familia se vieron perjudicados económicamente por las restricciones impuestas por el gobierno y, para solventar dichos gastos académicos, muchos de ellos tomaron la decisión de iniciar el proceso de traslado de matrícula de sus hijos de una Institución Educativa privada a una pública.

Este contexto ha traído problemas en la identificación de la validez académica del certificado de estudios, los errores o inexactitudes de la información que se declara en el certificado, pues para el proceso de traslado se solicitó que una serie de documentos sean subidos a una plataforma web, adjuntos tan solo a una declaración jurada como medio para certificar su validez.

En el 2020 se ha implementado un aplicativo en línea que da soporte al proceso de la emisión de certificados de estudios virtual. Sin embargo, este canal solo está disponible en caso que la Institución Educativa en la que se terminaron los estudios haya habilitado la opción de solicitud en línea. El certificado de estudios se imprime en físico con las notas precargadas del sistema y es firmado por el director de la Institución Educativa competente. Luego, para que su contenido



sea válido, es verificado en el sitio web de certificado de estudios del Ministerio de Educación (MINEDU). Los problemas se generan al no tener a todas las Instituciones Educativas habilitadas para la solicitud en línea. Además, en las que sí lo tienen se vienen presentando gastos altos en uso de papel y dependencia de la presencialidad del director de la Institución Educativa.

Por lo expuesto líneas arriba, la presente investigación propone desarrollar un modelo de implementación de emisión de certificados a través del uso del Blockchain, que contribuya con la estrategia cero papeles y certifique la validez y fiabilidad del certificado de estudios.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

El presente trabajo de investigación plantea el objetivo de elaborar un modelo de implantación del proceso de expedición de los certificados de estudios mediante el uso de la tecnología Blockchain, que permita contribuir con la veracidad, integridad y fiabilidad en las Instituciones Educativas de gestión pública de la modalidad de educación básica regular del nivel secundario en Lima Metropolitana.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar el contexto de las Instituciones Educativas de gestión pública y de sus procesos de expedición de certificados de estudios, en beneficio de las de nivel secundario en Lima Metropolitana.
- Examinar los principales atributos, presentes en el uso de la tecnología Blockchain, para establecer qué beneficios aportarán en el proceso de emisión de los certificados de estudios.
- Examinar la situación del uso de Blockchain en el sector educación actualmente, en específico para los certificados de estudios en los colegios públicos del mundo.
- Identificar los factores que permitan la emisión de los certificados de estudios digitales a través del uso de la tecnología Blockchain en las Instituciones Educativas de gestión pública.

- Elaborar un modelo de implantación del proceso de expedición de certificados digitales, considerando los factores identificados.
- Realizar un análisis de impacto y de viabilidad del proyecto de implementación en Instituciones Educativas de Lima Metropolitana.
- Identificar posibles limitaciones, que podrían dificultar la implementación del proceso usando la tecnología Blockchain. Además, evaluar las barreras y riesgos, así como las posibles soluciones para que el proceso de la emisión de certificados sea segura y confiable.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis General**

El modelo de implantación del proceso de expedición de los certificados de estudios mediante el uso de la tecnología Blockchain es viable considerando los factores críticos.

## **1.5. Alcance y Limitación**

### **1.5.1. Alcance**

El presente trabajo de investigación tiene como alcance diseñar un modelo de implantación de tecnología basada en Blockchain para los certificados de estudios, en beneficio de Instituciones Educativas públicas bajo la modalidad de educación básica regular y de nivel secundario, en la región Lima Metropolitana.

Asimismo, abarca el estudio de la situación actual de las Instituciones Educativas públicas y sus procedimientos internos para gestionar la emisión de los certificados de estudios, el marco legal que determina el funcionamiento y procedimiento de las Instituciones Educativas públicas en el Perú y el diseño de un modelo de solución tecnológica con Blockchain para Instituciones Educativas públicas de Lima Metropolitana.

Dicha investigación no abarca a las Instituciones Educativas de tipo de gestión privada y pública de gestión privada, a los colegios de alto rendimiento (COAR) u otros colegios públicos o privados alineados a competencias de CNEB. Asimismo, no se ha incluido las modalidades de educación básica especial y educación básica alternativa. Finalmente, la modalidad de educación básica regular no se tomará en cuenta para el presente estudio, es decir no se incluirán los niveles inicial y primaria.

### **1.5.2. Limitación**

El presente trabajo de investigación cuenta con algunas limitantes debido al nivel de burocracia en el Perú, contando como entidad del estado a MINEDU, encargado de inspeccionar el acatamiento de los requerimientos mínimos necesarios para la entrega de certificados de estudios en el grado de instrucción básico regular secundario, según el contexto legal actual y tutelar el registro nacional de certificados de estudios.

De igual manera, este estudio se desarrollará en el contexto de pandemia por la COVID-19, en que no se opera con normalidad por parte de muchas instituciones, y, por el contrario, se encuentran buscando opciones para la continuidad de sus operaciones. Es importante resaltar la intención de realizar el análisis de estos procesos en el contexto local de los colegios de Lima Metropolitana.

En este primer capítulo se expuso el problema de investigación que abarca el presente trabajo de investigación, su justificación, los objetivos a cumplir, la hipótesis general y el alcance y limitaciones con los que se encuentra, para proponer un nuevo modelo de emisión de certificados de estudios basado en la tecnología Blockchain.

## **2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL**

En el presente capítulo se desarrollan las definiciones más importantes que se utilizarán en el transcurso del presente trabajo de investigación. Además, se analizan aquellos factores que nos

ayudarán a tener claro el panorama sobre el que se extenderá la propuesta teniendo en cuenta, en principio, las normativas sobre la emisión de certificados de estudios en el sector educativo local.

## **2.1. Marco Legal**

En el presente capítulo se definirán conceptos relacionados con los marcos legales que guardan relación con el presente trabajo de investigación, dentro de los cuales se encuentra la Ley de Tratamiento de Datos Personales, la Ley de Firmas y Certificados Digitales y Ley General de Educación.

### **2.1.1. Marco Normativo de la Emisión de Certificados de Estudios**

El presente trabajo se encuentra alineado a la Ley N° 28044 - Ley General de Educación, en el cual dentro del artículo 68, se menciona que entre las funciones centrales de las Instituciones Educativas se tiene la de dispensar diplomas, títulos y certificados, según sea el caso.

Asimismo, de acuerdo con el reglamento de la misma ley, el certificado de estudios reconoce los logros de formación del estudiante por ciclo y grado finalizado y se emite según los puntajes alcanzados, que se visualizan en las actas oficiales de cada grado de estudios.

### **2.1.2. Falsificación de Documentos**

El presente trabajo se encuentra alineado a lo dispuesto en el artículo 427° del Código Penal, aprobado por Decreto Legislativo N° 635, que establece:

“El que hace, en todo o en parte, un documento falso o adultera uno verdadero que pueda dar origen a derecho u obligación o servir para probar un hecho, con el propósito de utilizar el documento, será reprimido, si de su uso puede resultar algún perjuicio, con pena privativa de libertad no menor de dos ni mayor de diez años y con treinta a noventa días de multa si se trata de un documento público, registro público, título auténtico o cualquier otro transmisible por endoso o

al portador y con pena privativa de libertad no menor de dos ni mayor de cuatro años, y con ciento ochenta a trescientos sesenta y cinco días de multa, si se trata de un documento privado.”

### **2.1.3. Firma y Certificado Digital**

El presente trabajo se encuentra dentro del contexto de Ley de firmas y certificados digitales N° 27269, modificada por la Ley N° 27310, que es aquella que modera la aplicación de la firma digital como tecnología, concediéndole el mismo nivel de validez y eficacia jurídica con la que cuenta la firma manuscrita o análogos, instituyendo las directrices globales para las organizaciones Prestadoras de Servicio de Certificación Digital y describiendo la implantación de una Autoridad Administrativa Competente como una necesidad, la cual estará a cargo del reglamento específico a esta área.

En ese contexto, una firma electrónica debe ser entendida como todo símbolo con base en medios digitales y usado por una de las partes con el propósito específico de enlazar o acreditar un documento, desempeñando en la práctica total o parcialmente aquellas funciones que caracterizan a una firma escrita a mano.

### **2.1.4. Acreditación a través de INDECOPI**

El presente trabajo se encuentra alineado a El Reglamento de Firmas y Certificados Digitales, aprobado por el Decreto Supremo N° 019-2002-JUS, que designa a INDECOPI como la Autoridad Administrativa Competente de la Infraestructura Oficial de Firma Digital. Siendo así, el INDECOPI contempla mediante su órgano interno de Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, lo siguiente:

- 1) Guía para la acreditación de Entidades de Certificación Digital.
- 2) Guía para la acreditación de Entidades de Registro/Verificación de Datos.
- 3) Guía para la acreditación de Prestadores de Servicios de Valor Añadido.

Cada guía comprende el grupo de requerimientos que deben ser alcanzados por la empresa u organismo que desee recibir la acreditación como Entidad de Certificación Digital, como Entidad de Registro/Verificación de Datos o como Prestadora de Servicios de Valor Añadido, por parte de la Comisión de Normalización de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias de la INDECOPI.

## **2.2. Marco Contextual**

Este capítulo tiene como objetivo detallar la gestión actual y local en la emisión de los certificados de estudios; igualmente exponer los decretos asociados a este tema dentro del sector educación. Esto nos permitiría conocer a profundidad el entorno en el que se hallará el presente trabajo de investigación.

### **2.2.1. Educación Secundaria en Instituciones Educativas Públicas en Perú**

La educación secundaria es uno de los pilares de la educación formal, al igual que las que le anteceden: la educación infantil y primaria, y a la que le continúan la educación superior. Esta tiene como fin la preparación de los estudiantes para ingresar a la educación superior, pero también tiene el objetivo de formar personas para su desenvolvimiento oportuno dentro de una sociedad o comunidad.

### **2.2.2. Emisión y Obtención de Certificados de Estudios**

El certificado de estudios actualmente es uno de los documentos que acredita los estudios primarios y secundarios realizados por los estudiantes de nuestro país. Este documento es un requisito importante para matricularse en Centros de Educación Técnico, a Institutos Superiores, a las Fuerzas Armadas y a estudios en el extranjero.

Anteriormente, su emisión se realizaba a través de un formato en papel de color amarillo que era impreso por el Ministerio de educación (MINEDU). Este proceso generaba costos que, por último, eran asumidos por los ciudadanos.

Actualmente, el Ministerio de Educación (MINEDU) con el objetivo de mejorar los procesos de administración pública ha establecido un nuevo proceso para la emisión de los certificados de estudio. Este nuevo proceso consta de un nuevo formato para los certificados de estudio que debe contar con la firma y sello del director de la institución educativa para su validez.

Asimismo, con este nuevo proceso se puede validar la autenticidad de los certificados de estudios a través de la web "**certificado.minedu.gob.pe**" en la opción "**Verificar Certificado**", en donde se debe ingresar el código virtual que se tiene en el documento y el número de documento de identidad del estudiante. Otra forma de validar la autenticidad es a través del escaneo del código QR, que se tiene impreso en el certificado, con un celular smartphone. Con estos dos mecanismos se puede contrastar el documento físico con el virtual para la conformidad de la validez.

Por otro lado, el Ministerio de Educación (MINEDU) también ha creado la plataforma para la solicitud de certificados de estudios. Por el cual se puede generar la solicitud para que luego se efectúe el recojo del certificado, de manera presencial, en la Institución Educativa. Sin embargo, para estar habilitado de realizar esta solicitud virtual la Institución Educativa debe haber registrado la información de los ciclos académicos del estudiante en el Sistema de información de apoyo a la gestión de la institución educativa (SIAGIE), además de encontrarse en la lista de instituciones activas para recibir solicitudes.

Si bien se han establecido mecanismos para digitalizar la emisión de certificados, todavía hay una gran brecha a tomar en cuenta, tomando en cuenta el plan estratégico del MINEDU en el uso de cero papeles, el uso de firmas digitales y la autenticidad de documentos.

### **2.2.3. MINEDU**

Por ley N° 8124 el 12 de septiembre de 1935, durante el gobierno de Oscar R. Benavides, se creó el Ministerio de Educación pública la cual tiene como visión garantizar el derecho a la educación y brindar servicios educativos de calidad para que todos los peruanos puedan alcanzar

su potencial y contribuir al desarrollo de manera descentralizada, democrática, transparente y en función a resultados de equidad e interculturalidad.

El actual MINEDU tiene sus antecedentes en el Ministerio de Instrucción Pública, Beneficencia y Negocios Eclesiásticos que fue establecido el 4 de febrero de 1837. Al día siguiente, Manuel Villarán Loli fue nombrado titular del sector. Dieciséis años después de la Independencia del Perú, el Supremo Protector de los Estados Sur y Nor Peruanos, capitán general Andrés de Santa Cruz, decidió crearlo con el fin de lograr el “mayor adelanto de la educación pública”.

En el decreto de creación se ordenó dar “la más escrupulosa atención” y la “protección más decidida” a la educación pública, aspectos que coinciden con la decisión política del actual gobierno de darle prioridad a la reforma educativa.

Seguidamente, la promulgación del Decreto:

Considerando:

I. “Que, para el mayor adelanto de la educación pública, a la cual contrae el Gobierno la más escrupulosa atención, su protección más decidida, conviene separar los negocios pertenecientes a este ramo, de los que se desempeñan por el Ministerio del Interior.”

II. “Que por la homogeneidad de este ramo de la administración con los negocios eclesiásticos y los relativos a la Beneficencia, sería conveniente reunir los tres en un Ministerio exclusivamente destinado a su despacho.”

Decretó:

**El Artículo 1 que señala lo siguiente.** - “Se crea un Ministerio con el título de Ministerio de Instrucción pública, Beneficencia y Negocios Eclesiásticos, por el cual se despacharán todos los asuntos relativos a estas tres ramificaciones.”

**El Artículo. 2 que señala lo siguiente.** - “Habrá en este Ministerio un oficial 1ero., un 2do. y un 3ero. Que corra con el archivo y un portero. Dos de ellos se sacarán del Ministerio del Interior y todos gozarán igual sueldo que los empleados en este de la misma clase.”

**El Artículo. 3 que señala lo siguiente.** - “El ministro de Estado del despacho del Interior queda encargado de la ejecución de este decreto, y de mandarlo imprimir, publicar y circular.”



Que fue determinado en el Palacio Protectoral de Lima, el 4 de febrero de 1837 y fue firmado por Andrés Santa Cruz por orden de S.E. José María Galdiano.

## **2.3. Marco Teórico**

### **2.3.1. Estado del Arte: Blockchain**

#### ***2.3.1.1. ¿Qué es Blockchain?***

De acuerdo con el MINCOTUR (2017), Blockchain es una base de datos que tiene la característica de ser compartida por una gran cantidad de usuarios, permitiendo almacenar información de manera ordenada e inmutable. A través de una transacción registrada, que es irreversible y que se va almacenando en varios nodos de una red. En cada uno de los bloques de la red se almacenan:

- Transacciones, que se encuentran cifradas y que son válidas.
- Toda la data referente al bloque (metadatos).
- El hash que enlaza cada uno de los bloques dentro de la cadena.

Por consiguiente, un bloque consta de un espacio específico, propio e inmodificable que se almacena en la cadena y que, además, contiene información del cifrado de encriptación hash. Dentro de cada bloque que conforma el Blockchain se guarda una copia exacta de la transacción. Cuando se van registrando nuevas transacciones, estas son verificadas y validadas por los bloques de la red, que luego son agregadas a un nuevo bloque que cuenta con el cifrado del bloque anterior para que se enlace con la cadena. (Pastorino, 2018)

La tecnología que abarca Blockchain tiene características que son muy atractivas para el almacenamiento de datos:

- Los datos que son escritos en el Blockchain son inmutables y, por lo tanto, se tiene un registro auditable de eventos que no se pueden modificar.
- Se mantiene una copia exacta en una gran cantidad de ubicaciones independientes.
- No hay un punto central de falla. (MINCOTUR, 2017)

La tecnología de Blockchain nos garantiza transparencia en todas las transacciones, eliminando los agentes intermediarios que no aportan valor. Asimismo, esta tecnología plantea revolucionar industrias enteras y en distintos ámbitos, permitiéndoles la transferencia de datos de manera segura. Complementado con la codificación de múltiples capas de criptografía, se protege y centraliza la información de sus usuarios.

La tecnología de Blockchain se viene implementando en distintas industrias y se han realizado ya varios tipos de aplicaciones, entre los que tenemos como ejemplo:

- En el rubro de banca, se han realizado aplicaciones para la inversión en fondos, en liquidación de préstamos y en el proceso de emisión de valores.
- En el rubro inmobiliario, se han realizado proyectos tecnológicos para validar la información de la propiedad de un bien inmueble que se encuentra asegurado. Así como también para la trazabilidad de las transacciones que han realizado sobre el mismo.

### 2.3.1.2. Arquitectura

Pereira, Toscano y Villar (2019) indican que Blockchain es una secuencia de bloques que permite almacenar una lista de registros de transacciones, cada bloque tiene un cabezal que almacena un hash que identifica el bloque anterior de la cadena a excepción del primer bloque denominado Genesis.

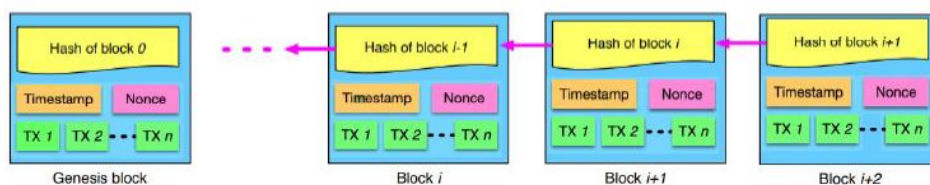


Figura 1. Ejemplo de Arquitectura de Blockchain

En la siguiente imagen se identifican los componentes principales de la arquitectura: los usuarios, los nodos, la cadena de bloques, los mecanismos de seguridad y comunicación utilizados.

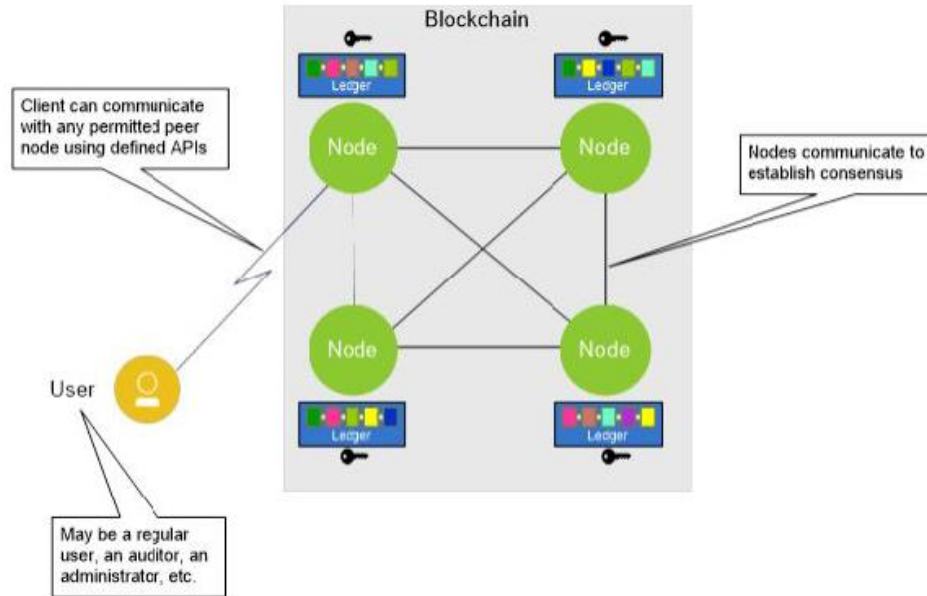


Figura 2. Componentes de la Arquitectura del Blockchain

### 2.3.1.3. Seguridad

#### ▪ Función Hash

Es una función computable mediante un algoritmo que, partiendo de una entrada dada, sin importar su contenido o longitud, arrojará todas las veces un resultado con longitud fija y diferente al primer resultado o a la salida de la función partiendo de cualquier otro valor de entrada. Podemos usar esta función para validar que una entrada contenida en algún almacén digital no ha sido cambiada, puesto que, si fuese modificado, generaría una salida hash distinta. Las propiedades en el ambiente de seguridad de información de una función hash son:

- Alguna alteración en la entrada, de cualquier tipo, generará una salida distinta.
- No es posible computar una función inversa para recibir el valor de entrada original.

El estándar utilizado por el Blockchain de Bitcoin es la función HASH SHA-256 (Algoritmo seguro de hash de 256 bits), que devuelve como salida de computación un valor de 256 bits, expresado comúnmente en forma Hexadecimal de 32 bytes. Por ejemplo, la entrada de texto siguiente devuelve distintas salidas Hash aún con un cambio mínimo.

Valor de Entrada A: Maestría en dirección de tecnologías de información

Hash SHA-256 A: 6ac6111e20a62bad3ae03ceabbfc20fdcc5d356a5c3e482e6278aa295492271f

Valor de Entrada B: Maestría en Dirección de Tecnologías de Información

Hash SHA-256 B: 90e8c4d04f2257cde55a6681674ce1bc60ce5b17fcdeec4e596da05aed13483

#### ▪ **Clave Privada**

Cuando hablamos de Blockchain tenemos que mencionar la Clave Privada o Private Key, la cual consta de una clave de 256 bits dividida en una secuencia de 64 caracteres que es generada en el proceso de criptografía. Con esto, podemos firmar de forma digital una cadena de texto o consentir la ejecución de una transacción. Además, el propósito principal es permitir la comunicación segura y privada utilizando firmas digitales en un canal público, evitando los riesgos de seguridad.

La clave privada es un número aleatorio que utiliza una fórmula del sistema de criptografía que luego se utiliza para que se genere una clave pública y así tener un sistema de criptografía asimétrica que consta de dos claves, la privada y pública. Generalmente tiene la siguiente forma:

“A5373D44C6D87DC0FA6A6738334369F4553213303DA61F20BD67FC233AA37485”

Para la creación de estas claves existe dos reglas muy importantes:

- Una clave privada de 256 bits, que se encuentra dividida en una secuencia de 64 caracteres.
- El rango de los caracteres, con un rango que va de A-F y de 0-9.

Con este sistema no existe forma de conseguir la clave privada de la cual se ha derivado la clave pública, teniendo alta seguridad y privacidad. Esto nos permite compartir la llave pública sin tener riesgos de seguridad.

- **Wallet**

Uno de los elementos importantes que hay dentro del Blockchain son los Wallets o monederos, que son indispensables a la hora de administrar nuestros activos criptográficos. El Wallet consiste en un software que guarda y administra las claves públicas y privadas; te permite enviar y recibir activos criptográficos a través de la red de Blockchain.

Un Wallet posibilita a los usuarios de la plataforma usarla como casillero exclusivo a través del que se pueden transmitir activos criptográficos. Sin embargo, no puede apropiarse de esos activos conociendo solamente la Dirección Pública.

En general, un Wallet es parecido a una cuenta de banco y no existe límite para la cantidad que se puede crear. El Wallet se puede enviar de manera segura a cualquier interesado o hasta entregarlo al público, dado que su uso no compromete a la llave privada en ninguna manera.

Existen diferentes tipos de Wallet disponibles pero la elección depende de las necesidades. Cada uno de ellos ofrece soluciones diferentes como: seguridad extra, fácil uso. Los principales tipos son:

- Wallet de escritorio: para su uso debe descargarse desde un ordenador y solo se puede acceder a ellos desde el mismo dispositivo.
- Wallet Móvil: es similar a un Wallet de escritorio, este se descarga directamente en el dispositivo móvil para que luego puedas gastar tus criptomonedas en una tienda física escaneando un código QR.
- Wallet Web u online: ofrece la mayor comodidad al enviar criptomonedas a otra persona, pero, también es el menos seguro. Esto sucede porque el proveedor del Wallet tiene control total sobre él.

- Wallet de papel: este tipo Wallet lo único que necesita es imprimir las claves privadas y públicas en un papel.
- Wallet hardware: si queremos seguridad, no hay nada mejor que un Wallet hardware. Consta de un dispositivo físico que tiene un único propósito, el cual es almacenar las claves criptográficas privadas y públicas dentro del hardware. El dispositivo nunca está conectado a Internet, a menos que se necesite transferir fondos. Sin embargo, ingresas con un PIN privado directamente en el dispositivo, lo que hace que sea imposible que un pirata informático acceda a tus claves.

### ▪ **Transacción**

Se define a las transacciones como agrupaciones de datos con firma digital que almacenan las transferencias de fondos entre los remitentes (conocidos como entradas dentro de esas agrupaciones) y los destinatarios (salidas). Se transmiten a la red y, a medida que son validadas, se juntan y ordenan para formar los bloques en una Blockchain (Pérez. 2021).

#### *Estructura de una transacción*

Las transacciones vienen a ser estructuras de datos, las cuales almacenan las transferencias con el encabezado, desde un origen (entradas) hacia el destinado (salidas).

#### *Encabezado*

En el encabezado se compone por el hash de la transacción que viene a ser un código seguro, la versión del software la cual se usa para validar el bloque de la transacción, el número de entradas y salidas y una fecha que indica cuando se realizó la transacción.

#### *Las entradas*

Aquí se incluye un hash de salida, un índice de la transacción previa la cual identifica.

#### *Las salidas*

Incluyen los datos que se envía al destinatario. La mayor parte de transacciones incluyen comisiones para compensar a los mineros por asegurar la red, estas comisiones no son obligatorias.

### *Ciclo de Vida de una transacción*

El ciclo empieza desde la creación de la transacción, la cual contiene una o más firmas que indica que se autoriza esa transacción para gastar fondos del contrato al que va dirigido, esa transacción se envía a la red donde se realiza la validación de cada nodo participante y luego se propaga a los nodos que está conectado y así simultáneamente hacia los demás nodos de toda la red y finalmente esa transacción es procesada por un validador y es incluida en un bloque de transacciones, la cual es registrada en la cadena de bloques.

#### ▪ **Bloque**

Los bloques de Blockchain son contenedores de datos de tamaño variable, están conformados por transacciones, la cual utilizan hashes, firmas digitales la transferencia de datos, dentro de los bloques se encuentra la cabecera la cual registra la información técnica sobre la que lo compone y su validación dentro de la cadena, además contiene el hash del bloque anterior en la secuencia de la cadena y el conjunto de transacciones que contiene los registros de datos. Un bloque contiene 5 secciones:

### *Número mágico*

Viene a ser un número constante la cual sirve para identificar el formato de un archivo o cuando empieza y cuando termina un bloque.

### *Tamaño de bloque*

Es el código que identifica el número en bytes, detallando el volumen del bloque.

### *Cabecera*

La cabecera de bloque en Blockchain incluye lo siguiente:

- **Versión:** se utiliza para leer el contenido de cada bloque de forma correcta.
- **Hash del bloque anterior:** es una línea alfanumérica la cual inicia con varios ceros.
- **Raíz de Merkle:** se usa para unir el bloque en un solo hash.

- **Marca de tiempo:** indica cuando fue minado el bloque.
- **Objetivo (target):** se representa con el número 256 bits y se usa para indicar a los mineros cual es el hash correcto.
- **Nonce:** se usa para ubicar el hash válido del bloque.

### *Contador de transacciones*

Es un número entero positivo el cual tiene una extensión variable, pesa alrededor de 1 a 9 bytes.

### *Transacciones*

Las transacciones se autorizan usando firmas digitales, pero no están cifradas, contienen una cabecera, entrada y salida.

#### ▪ **Identidad Digital**

La identidad define un conjunto de rasgos que permiten diferenciar a una persona de otra, confirmando ser quien dice ser ya sea en los ámbitos legales, digitales y otros. La digitalización ha avanzado a pasos agigantados en las actividades cotidianas de las personas, aportando en su trabajo, estudio, compras, ventas, en reuniones vía conferencia, tareas. Podemos decir que las personas han ido migrando sus actividades hacia canales digitales.

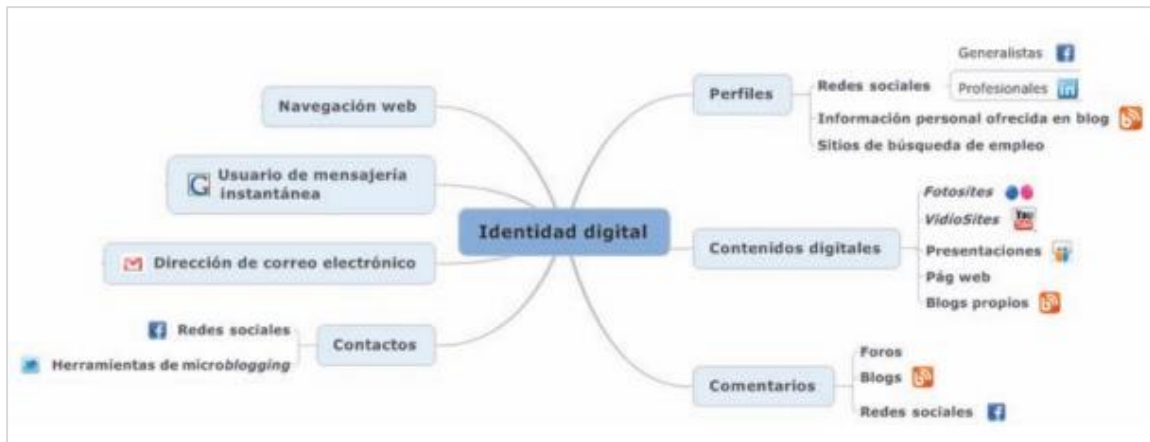
El término de identidad digital es amplio, ya que mantiene la seguridad de los datos y contiene varios tipos de datos de usuario. En concreto, identificamos los siguientes tipos de datos:

- **Datos de identidad único:** se identifican los datos personales y únicos de la persona tales como su nombre, su número de seguridad social o el documento nacional de identidad; también otros datos tales como su identificación de permiso de conducción, el código de serie de su tarjeta de crédito, la fecha en que nació, código de acceso social de los sitios web a los que acostumbra a acceder, entre otros.
- **Datos de actividades:** tales como sus transacciones, su historia de navegación, su localización, llamadas a terceros, histórico de compras, accesos a plataformas.



- Datos derivados o calculados: son atributos que se usan de manera analítica y además sirven para conocer el perfil de las personas. Un ejemplo de su uso es la determinación del riesgo de un cliente al ofrecerle un crédito, entender la propensión de sus actividades, valorar cuán influyente es en un ámbito determinado, etc.
- Datos propios del usuario para su identificación: aquí se trata de identificar sus opiniones sobre productos, si pertenece a alguna red profesional, actividades específicas dentro de redes sociales como el «me gusta» de Facebook, actividades de compras en sitios web, comentarios, valoraciones y revisiones de algún producto, actividades en los foros, etc.

En la siguiente imagen se puede observar el conjunto de entidades que conforman la identidad digital y sus relaciones, contextualizadas dentro de un círculo de confianza para cada persona, y de acuerdo con su perfil personal.



*Figura 3. Identidad Digital*

Según Goffman (1981), a veces la identidad digital no corresponde a lo real, cuando un individuo se presenta ante los demás transmite la impresión que quiere proyectar como un self-presentation.

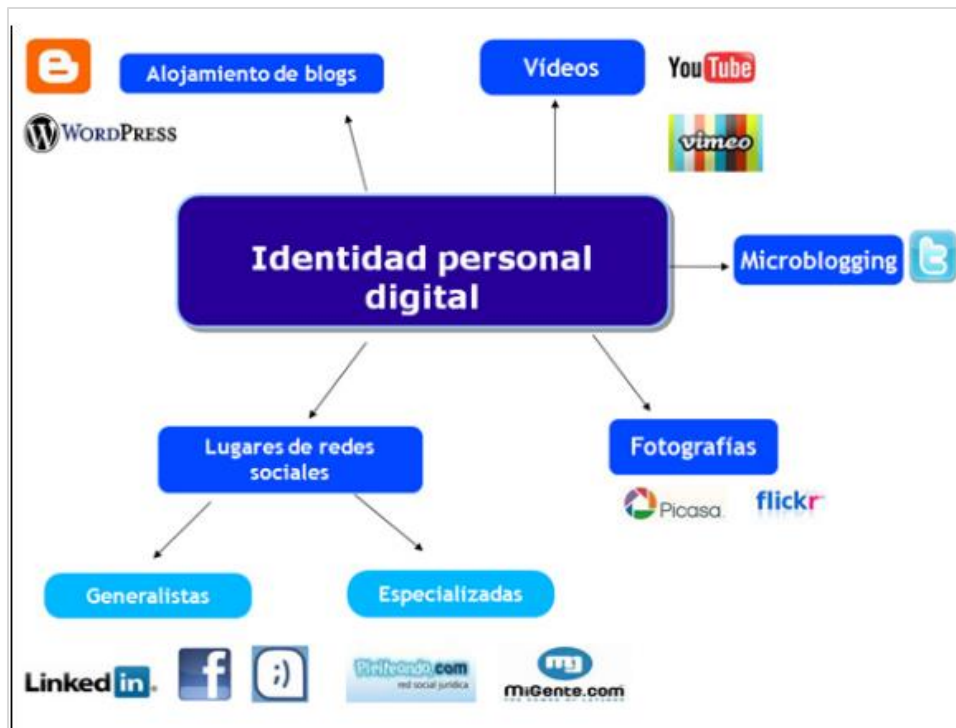


Figura 4. Ejemplo de Identidad Digital

- **Vulnerabilidades y Falsificación de documentos con Firmas Digitales (PDF)**

Las Firmas Digitales en la actualidad representan un método extensamente implementado para garantizar la autenticidad y seguridad de un documento. Para ello, se utilizan certificados digitales que requieren un registro de emisores y una entidad de confianza. Por otro lado, el Blockchain funciona sin intermediarios y sin terceros.

Otro aspecto a considerar es que las firmas digitales se encuentran incrustadas en los documentos y estos son vulnerables a ataques de Ransomware que pueden bloquear los documentos para que no puedan ser utilizados.

Últimamente se han descubierto nuevas y resaltantes brechas de seguridad y vulnerabilidad en la utilización de estos medios de autenticación. Tales como:

- Los equipos móviles, mejor conocidos como Smartphones, no tienen herramientas para validar las firmas digitales de archivos PDF.
- La adquisición de certificados digitales vía internet es bastante sencilla y esta puede tener como descripción cualquier texto. Asimismo, se puede generar un documento PDF y añadir esta firma digital, ocasionando problemas al momento de validar pues visualmente podrían ser similares e incluso tener el mismo nombre de autoridades, y las herramientas de visualización de documentos digitales (PDF) informará válidas las firmas. Solo un riguroso proceso de verificación manual por un especialista reportaría la falsedad del documento.
- Según Mladenov, Mainka, Selhausen, Grothe y Schwenk, 2018, “Existe el ataque ISA que menciona, que el estándar PDF contiene una funcionalidad llamada “Incremental Saving” que permite añadir información sobre un archivo PDF sin invalidar la firma previa”.
- También existe otro tipo de ataques que son el USF (Universal Signature Forgery) y SWA (Signature Wrapping Attack) que muestran lo vulnerable que son los certificados digitales y los archivos PDF.
- Otro tipo de vulnerabilidad es el almacenamiento de certificados o de claves privadas en alojamiento de terceros. Este escenario se ve constantemente cuando las autoridades que firman los documentos brindan las llaves privadas a un proveedor tercero y especializado que incorpora su firma digital en el documento PDF final.

Por lo expresado líneas arriba, la solución de Blockchain brinda muchas ventajas, tales como:

- La autenticidad: Los usuarios de la Blockchain pueden autenticarse y sus datos personales se mantienen privados.
- Inmutable: Cada registro es almacenado de forma que no se puede modificar.
- Descentralizada: Elimina el problema de tener autoridad centralizada que sea la encargada de la transacción y el mantenimiento de los registros.
- No hay mediadores ya que los usuarios realizan sus transacciones sin la necesidad de un intermediario.

Sin embargo, es importante tomar en cuenta que las firmas digitales pueden ser un complemento

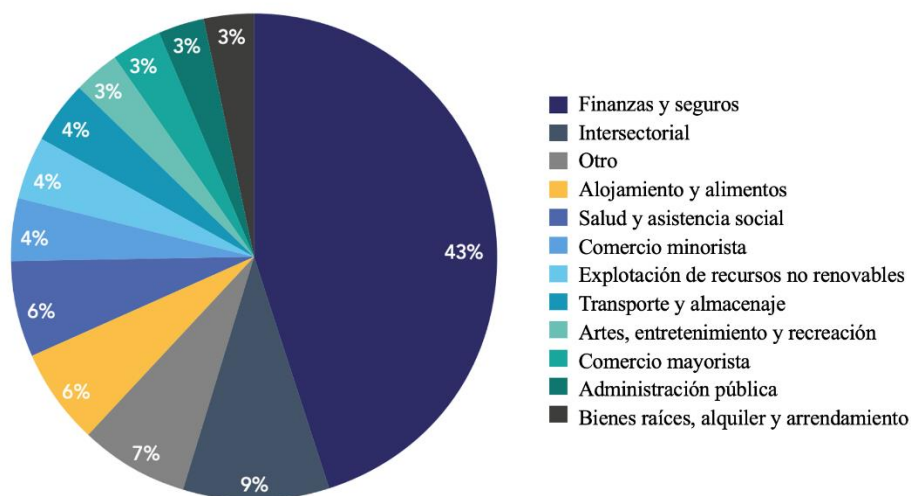
importante para Blockchain ya que los documentos y sus metadatos pueden ser emitidos y firmados digitalmente usando una cadena de bloqueo.

### 2.3.2. Modelos de Aplicación de Blockchain

#### Introducción

Swan (2018), señala que hay cuatro bloques relevantes de aplicación para la tecnología Blockchain: a). activos en valor monetario como lo es la moneda, pagos, finanzas, remesas, valores e instrumentos de valor financieros, b). los de propiedad como terrenos, bienes raíces y títulos, registros, c). contratos como acuerdos de negocio, o de asociación y comerciales, licencias, registro, fideicomisos y testamentos, y registro de propiedad intelectual d). credenciales de identificación como el pasaporte, visa, permiso de conducir y partidas de nacimiento.

Empresas e instituciones de casi todos los sectores e industrias de la economía mundial han estado explorando el potencial de la tecnología Blockchain en los últimos años. Sin embargo, ningún otro sector se ha acercado a lo alcanzado por el de finanzas y seguros en lo que respecta al despliegue en producción de redes Blockchain. Casi la mitad de todas las redes cubiertas se han lanzado por instituciones financieras. Los servicios de alojamiento y alimentación, así como los de salud y asistencia social ocupan un lejano segundo lugar con el 5% de todas las redes desplegadas.



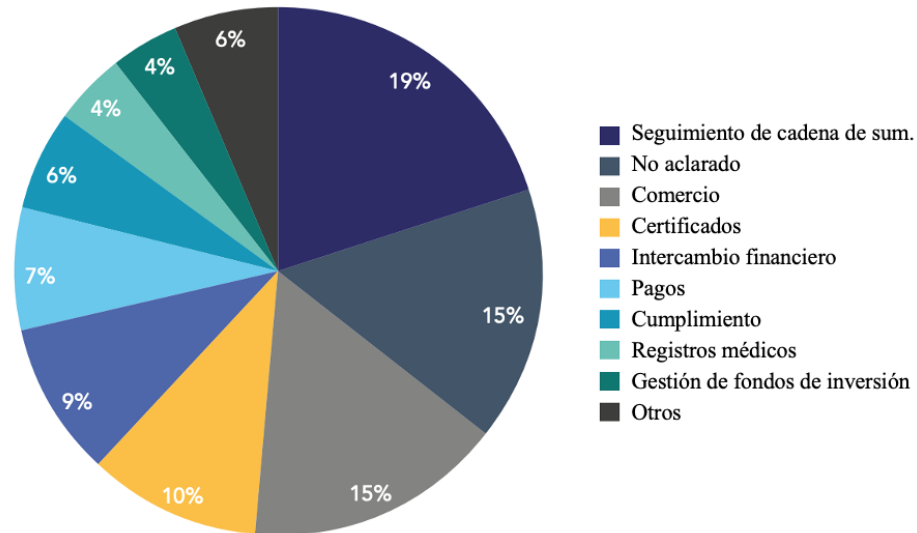
*Figura 5. Redes Blockchain desplegadas por Sector (2019)*

Se observa un dato importante en cuanto al sector público, pues solo el 3% de las redes Blockchain desplegadas están relacionadas con gobiernos en 2019. Esto sugiere que algunos proyectos podrían haber sido descontinuados o aún están en desarrollo.

Las redes Blockchain facilitan el intercambio seguro de información entre un conjunto de participantes y permiten la verificación de datos y las comprobaciones de integridad a través de una pista de auditoría coherente. El caso de uso específico de una red Blockchain, por lo tanto, corresponde a las áreas de negocio desde las que los datos compartidos son generados.

Sin embargo, es difícil identificar un caso de uso particular de una red Blockchain ya desplegada cuya declaración de misión se ha mantenido relativamente amplia. Las redes Blockchain pueden funcionar como plataformas de datos compartidos que admiten una amplia gama de casos de uso. Los datos sugieren que la mayoría de las redes desplegadas se han lanzado con un enfoque limitado en un caso de uso, aunque la intención de ampliar gradualmente el alcance para incluir otros usos relacionados con la industria se destaca a menudo.

La Figura siguiente presenta los casos de uso admitidos por las redes de producción cubiertas: seguimiento de artículos en cadenas de suministro grandes y complejas (p. ej. alimentos, piedras preciosas, contenedores de envío) surge como el caso de uso más destacado de las redes desplegadas.



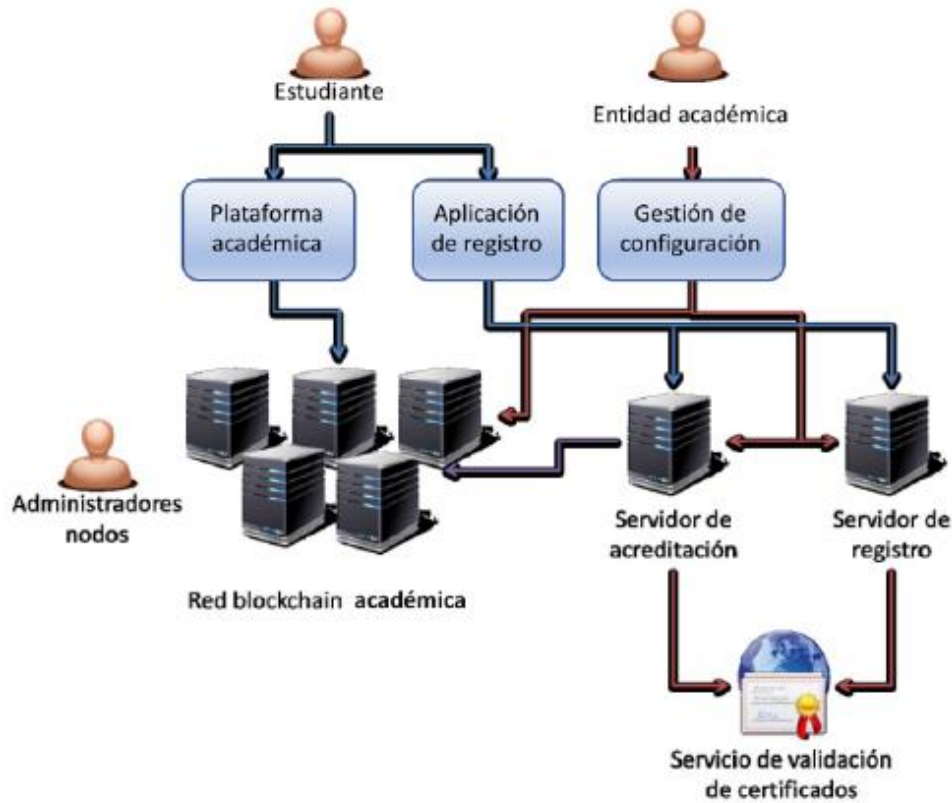
*Figura 6. Casos de Uso de Redes Blockchain desplegadas (2019)*

Tal y como señala Swan, los certificados de estudios se encuentran dentro del conjunto de Propiedad, dado que el certificado de estudios garantiza el registro académico de estudios para un estudiante. Además, del gráfico anterior, cabe dentro del caso de uso de Certificados.

Dentro de los modelos de aplicación se tomarán como base de análisis un modelo de aplicación del sector salud y otro del sector educación.

### **Infraestructura Tecnológica**

La infraestructura tecnológica describe las relaciones e interacciones entre personas, sistemas y entidades externas. Para una implementación Blockchain en el ámbito académico, tomamos en cuenta el uso de un servidor de registro para almacenar y gestionar las transacciones relacionadas a la emisión de certificados, así como un servidor de acreditación que conecte las distintas entidades involucradas como estudiantes, administradores, Instituciones Educativas, etc. Un ejemplo de infraestructura en una entidad académica que cuenta con una plataforma Blockchain sería la siguiente:



*Figura 7. Diagrama de Infraestructura de una Plataforma Blockchain académica*

Implementar esta infraestructura bajo servicios en la nube como Amazon Web Services (AWS) es lo más recomendable por su costo y elasticidad, a comparación de contar on-premise con el hardware y software base, por su complejidad en la variabilidad de precios, componentes y distintas versiones en el mercado.

Para el servicio de acreditación y el nodo de estudiantes con infraestructura cloud, los componentes son un servidor web, servidor de aplicaciones, servidor de base de datos, Elastic Block Stock (EBS), transferencia de datos. Dichos componentes deben considerar los servicios de mantenimiento y gestión.

### **Modelo de Aplicación de Blockchain en el Sector Salud: Hyperledger Fabric**

El objetivo de la tecnología Blockchain es la de facilitar el intercambio de información y datos entre entes interesados para garantizar en todo y cualquier momento la integridad, protección y

privacidad de los datos. Para el sector salud existen muchas soluciones en desarrollo y otras en curso de implementación, muchos beneficios se obtendrán si se decide materializar la tecnología en el ámbito nacional para garantizar la transparencia, la buena gestión y un sistema auditable de calidad.

Oliveros (2018), menciona que según la metodología de Kitchenham se identificaron modelos y campos de acción con el uso de la tecnología Blockchain para lograr una solución con características de seguridad, inmutabilidad, interoperabilidad que en estos tiempos es una necesidad en términos de integración de datos y proceso médicos, por ende, se muestran 8 campos identificados para tal fin:



*Figura 8. Campos de Acción del Modelo en el Sector Salud*

En este modelo de implementación, del total de plataformas disponibles para Blockchain, se seleccionó como plataforma idónea Hyperledger Fabric; esta es una plataforma de código abierto con soporte para el desarrollo de Blockchains privadas y enfocada a diferentes áreas de aplicación entre las que se encuentra el área de la salud; oportuna por su nivel de seguridad y gestión de acceso a la información, con permisos autorizados a nivel usuario.



El conjunto de procesos que componen la atención médica comienza cuando un médico inicia con un proceso de consulta de historia clínica, donde se ingresan los datos personales del paciente y se envía un mensaje al sistema, realizándose internamente la consulta del historial del paciente y de sus familiares. Luego, el médico realiza el proceso de descripción de síntomas según el relato del paciente.

Cuando el médico posee toda la información de la consulta, se dispone a realizar la generación de recetas y la generación de órdenes, con la finalidad de actualizar el sistema para que cualquier actor pueda realizar la consulta de historias clínicas.

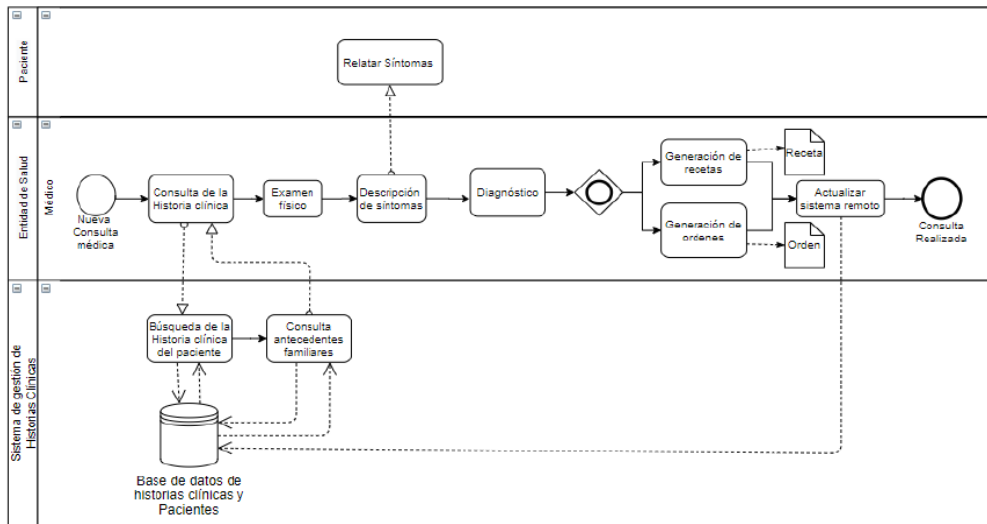


Figura 9. Diagrama de Procesos en el Sector Salud

Teniendo en cuenta que Blockchain tiene un enfoque bajo una serie de nodos distribuidos, en la red que se ha definido en este modelo, cada ente de la salud que hace parte del sistema es considerado como un nodo más de la red donde se almacena una copia fiel de toda la información y datos con los cuales se garantiza el acceso a la información en cualquier momento a pacientes y a los actores del sector salud de cualquier entidad que pertenezca a la red Blockchain.

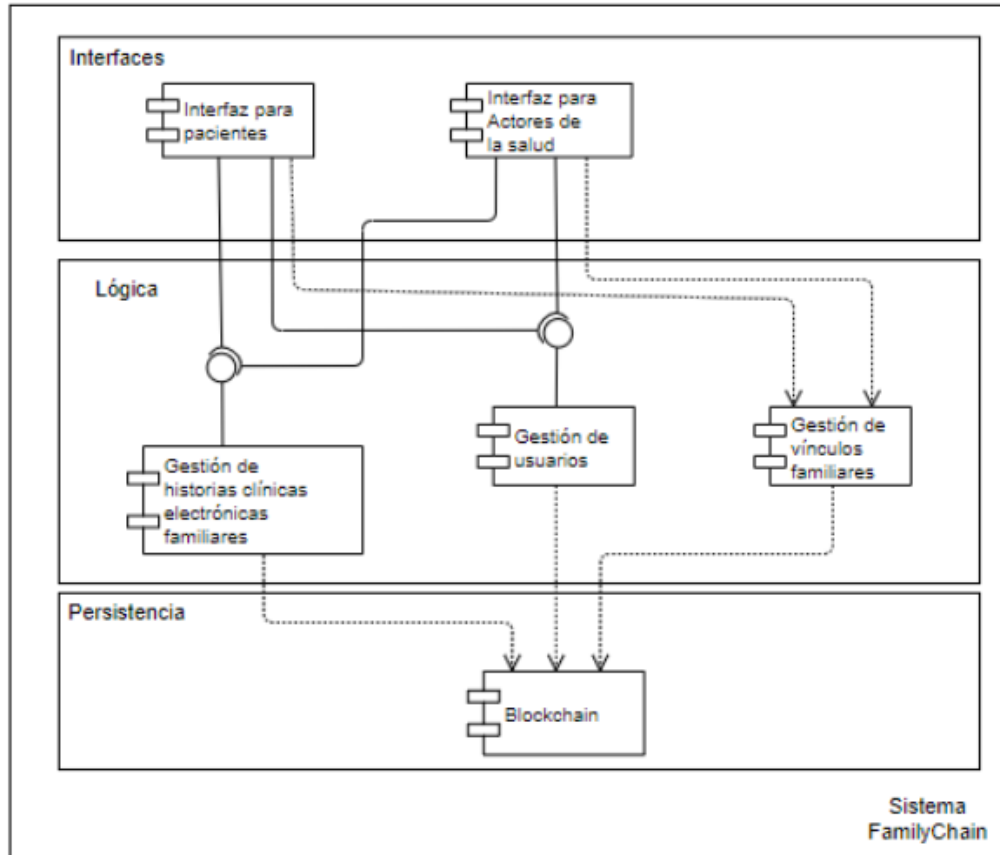


Figura 10. Diagrama de Componentes del Modelo en Sector Salud

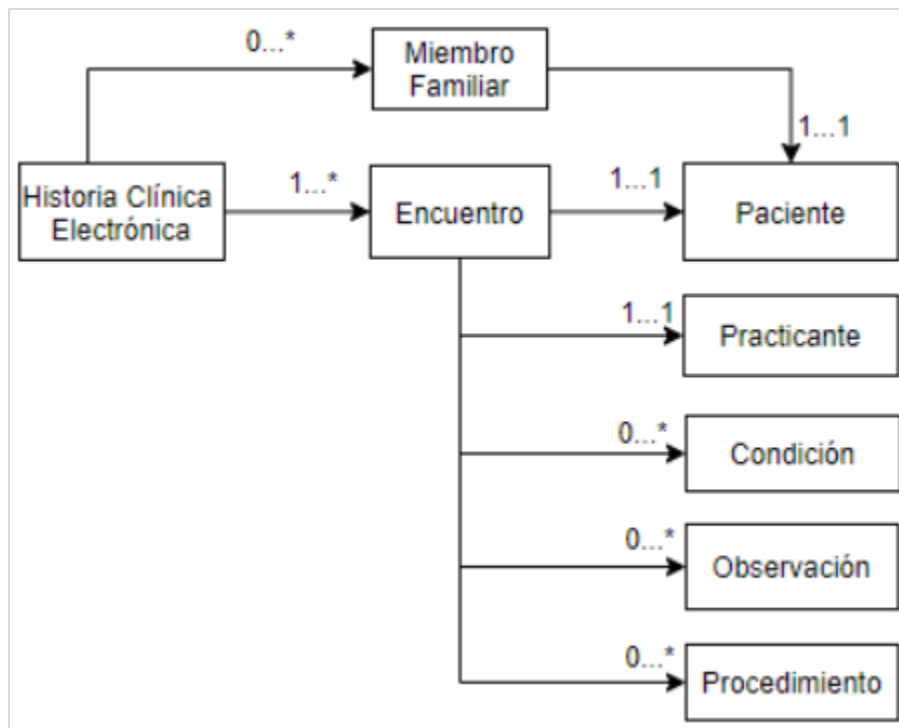


Figura 11. MER del Modelo en Sector Salud

## Modelo de Aplicación de Blockchain en el Sector Educación

Blockchain tiene el potencial para ofrecer a las Instituciones Educativas y a la comunidad educativa una infraestructura de confianza e inviolable, para certificar, compartir y verificar un registro holístico de los logros educativos de los estudiantes.

El siguiente modelo ha sido propuesto para ser aplicado en las universidades privadas peruanas, basado en un estándar abierto conocido como Blockcerts. Actualmente existen sistemas que han sido desplegados exitosamente y que usan Blockcerts; este a su vez usa la cadena de bloques de Bitcoin, que cuenta con múltiples desarrollos. Para esta propuesta, las Instituciones Educativas debían contar con un ente autorizador, el cual es identificado como la SUNEDU. Este modelo, además, incluye a la Autoridad Educativa asociada, como una entidad que selecciona y utiliza una Wallet para disparar el proceso de Autorización, identificada como W(S). El Wallet de una universidad en específico es identificada en el modelo como W(U).

A continuación, se muestran los pasos para la Autorización y Aprobación de Wallet “Firmante” de una Universidad:

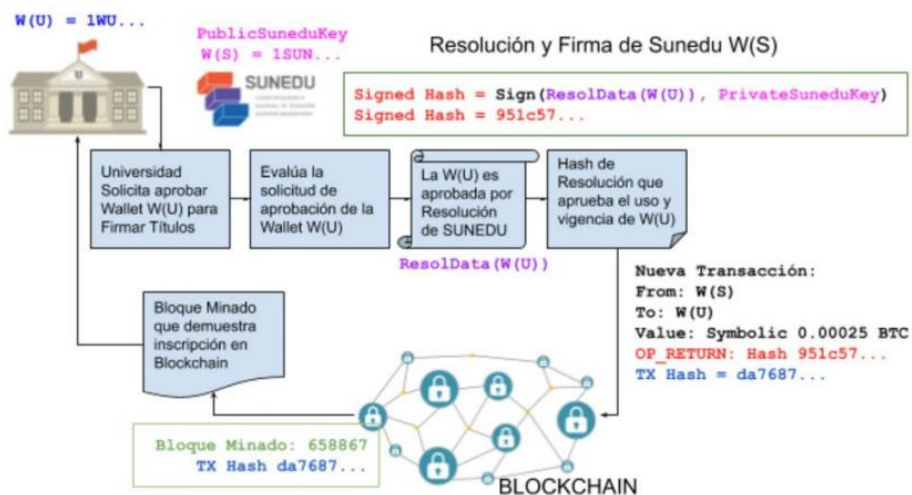


Figura 12. Proceso de Autorización y Aprobación de Wallet en Modelo del Sector Educativo

Una vez que se autoriza a la Universidad, titular del Wallet W(U), para emitir Certificados y Diplomas, estos títulos son creados a través del procedimiento propuesto por BlockCerts.org. De forma gráfica, se utiliza el siguiente flujo de creación de Certificados:

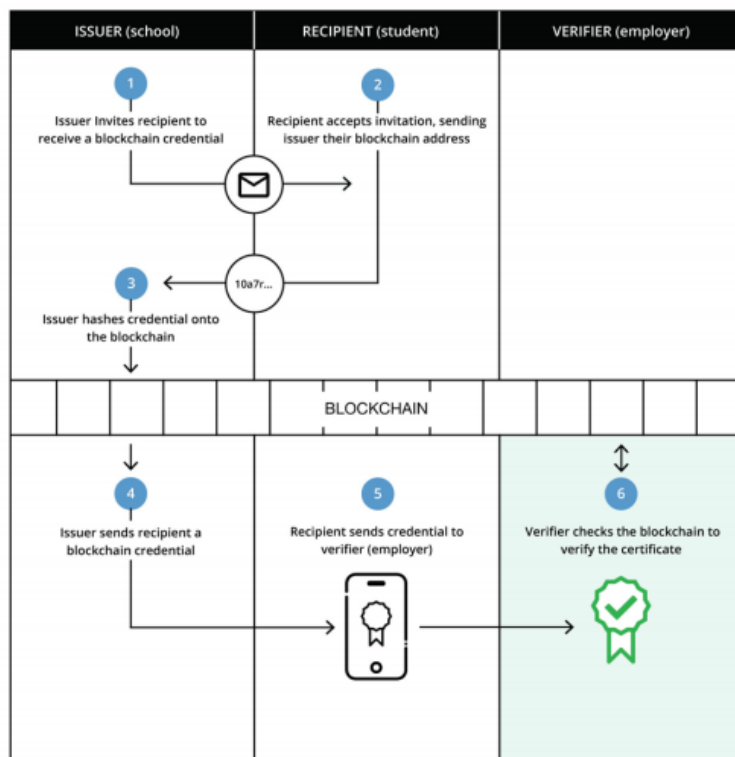


Figura 13. Flujo de Creación de Certificados en Modelo del Sector Educativo

### 2.3.3. Instituciones Educativas que usan Blockchain en el Mundo

Blockchain ha abarcado el sector educativo proveyendo soluciones de mejoramiento de procesos administrativos, como la verificación de autenticidad de usuario, de eliminación de intermediarios para la entrega de certificados académicos, así como la implementación de contratos inteligentes. Si bien los avances son pocos al igual que el número de trabajos académicos al respecto, se evidencia la aplicabilidad de Blockchain sobre todo en procesos administrativos.

En Brasil, debido a que la proliferación de falsificaciones de certificados educativos se convirtió en un problema que captó la atención de las autoridades, en 2018 el Ministerio de Educación anunció la obligatoriedad de emitir diplomas en formato digital, abarcando a instituciones públicas y privadas. La Universidad Federal de Paraíba (UFPB) logró adoptar una Blockchain para registrar sus diplomas, a través del proyecto denominado Servicio de Registro, Autenticación y Conservación de Documentos Digitales (GT-RAP), coordinado por los profesores e investigadores Guido Lemos y Rostand Costa, con la colaboración del profesor y el investigador Daniel Faustino, de la Universidad Federal Rural del Semiárido (UFERSA) y un equipo completo de desarrolladores. Según el profesor Guido Lemos, el equipo creó un servicio que genera diplomas digitales, almacena estos documentos durante mucho tiempo y autentica cuando alguien lo necesita, asegurando que todo esto suceda sin riesgo de perder información, además de registrar las instituciones y sistemas de origen. El investigador Rostand Costa explicó que la herramienta que permite la creación de títulos digitales es a prueba de fraudes. “Los diplomas obtienen veracidad a través de un libro de registro, en teoría, inviolable. Sin embargo, una copia digital de ese libro se replica en una red de más de quince mil computadoras. Es prácticamente imposible modificar todos estos libros”.

En Colombia, La Universidad Nacional de Colombia cuenta con una iniciativa de uso de Blockchains en la certificación académica, comenzando la emisión de dichos certificados usando esta tecnología desde mayo del 2019. En Colombia, un proceso normal de convalidación del certificado puede demorar en promedio unos 15 días, trámite que se previene con la nueva opción en la Blockchain y que provee, además, mejoras en términos de comodidad y seguridad a la comunidad educativa, ya que los certificados pueden ser verificados de forma inmediata por cualquier entidad y sin riesgo de falsificación. A pesar de esto, al final del 2019, se observó que fueron pocos los estudiantes que realizaron este tipo de trámite y apenas un 29,1% de los estudiantes lo llega a finalizar, según datos de la propia casa de estudio. Gregorio Enrique Rodríguez, funcionario de la secretaría general de registro de títulos profesionales, señaló que la baja cifra se debe a que “los egresados no están familiarizados con el correo institucional desde el que se les envía la información para ingresar y descargar la copia electrónica del título universitario”. Es importante mencionar que esta implementación estuvo basada en la solución

eTítulo, desarrollada por la empresa Signe, y actualmente está certificada por el ONAC, Organismo Nacional de Acreditación de Colombia.

### **3. CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

En este capítulo se presentan los aspectos metodológicos empleados en el caso de estudio, con el fin de identificar, detectar y buscar las variables, componentes y relaciones que son determinantes para la implantación de un modelo para el proceso de expedición de los certificados de estudios, usando la tecnología del Blockchain en las Instituciones Educativas de gestión pública de la modalidad de educación básica regular del nivel secundaria en Lima Metropolitana. A continuación, se detallarán las fases que esta investigación requiere.

#### **3.1. Diseño General de la Investigación.**

La presente investigación es de carácter exploratorio, debido a la poca información que existe sobre el tema estudiado, en la cual se identificarán los factores más importantes e influyentes en la adopción de la tecnología del Blockchain, así como su adaptabilidad en los procesos relacionados, dentro del sector educativo.

Es por ello que se aplicará un enfoque cualitativo, en el cual se recurrirá a entrevistas (Vasilachis, 2006) a los especialistas en Blockchain, a los especialistas del sector educativo y a los funcionarios del MINEDU, con el fin de recolectar información que validará nuestra hipótesis sobre la viabilidad de la implantación de la tecnología Blockchain en la entrega de certificados de estudios.

#### **3.2. Fuente de Información**

Se recurrirá a fuentes de información primarias y secundarias con el fin de examinar la problemática del tema de investigación.

### **3.2.1. Fuentes Primarias**

La información recopilada se obtendrá mediante el análisis cualitativo, para ello se realizarán entrevistas virtuales a especialistas en Blockchain, encargados de la emisión de certificado de estudios y funcionarios de MINEDU sobre los procesos actuales de expedición de certificados de estudio, además de obtener información relevante sobre la viabilidad de la implantación de la tecnología Blockchain.

El proceso de las entrevistas se llevará de manera virtual, debido a la pandemia por COVID-19. Para este fin se usará un balotario de preguntas, con el fin analizar las respuestas y afianzar la investigación en el presente trabajo.

### **3.2.2. Fuentes Secundarias**

Las fuentes secundarias están conformadas por artículos de investigación, libros y sitios web, con el fin de obtener información relevante que sirva para la investigación del presente trabajo. Además, se investigará sobre casos de éxito alrededor de la aplicación de la tecnología Blockchain en el sector educación y en la emisión de certificados de estudios en América y Europa.

### **3.2.3. Documentación no numérica**

Se utilizará documentación no numérica del ente rector MINEDU y de las Instituciones Educativas, para el conocimiento de los procesos, relaciones y procedimientos entre ambas instituciones con referencia a la emisión de certificados de estudio. Entre los documentos que se analizarán están:

- Documento de procesos de la emisión de certificados de MINEDU.
- Especificaciones de los procedimientos de los centros educativos para la emisión de certificados.
- Plan de cero papeles de las instituciones del gobierno.
- Marco legales de tratamiento de datos personales.

### 3.3. Método de Recolección de Datos

Este método nos permite recolectar información relacionado con variables involucradas con la investigación del caso en estudio, los cuales se usarán distintas maneras de obtener información con el fin de realizar nuestro análisis cualitativo que nos permita conocer la tecnología, sus implementaciones actuales y la viabilidad de integrar la tecnología Blockchain en los procesos de expedición de certificados de estudios.

#### 3.3.1. Entrevistas a Profundidad

Con el fin de tener un mayor entendimiento del proceso de emisión de certificado de estudios y la tecnología Blockchain, las entrevistas se llevarán a cabo según la metodología propuesta de manera virtual vía conferencia, para ello se considerará a profesionales en el sector educación que realicen la emisión de los certificados de estudios, funcionarios del MINEDU e ingenieros con experiencia, que cuenten con alguna especialización sobre la tecnología Blockchain.

Persona	Perfil
Encargado de emitir certificados de estudios en colegios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Administrativo de profesión en el sector educación.</li></ul>
Funcionarios de MINEDU	<ul style="list-style-type: none"><li>• Funcionario con puesto actual en el sector educación.</li><li>• Funcionario con experiencia en el sector educación.</li></ul>
Especialistas en Blockchain	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingeniero certificado, con experiencia en la tecnología Blockchain.</li><li>• Consultor experto en tecnología Blockchain.</li></ul>



*Tabla 1. Persona vs. Perfil*

### 3.3.2. Focus Group

Para obtener un mayor detalle, se llevarán a cabo sesiones de focus group vía conferencia de manera virtual, con la finalidad de recolectar datos en base a la experiencia de los participantes entrevistados y encontrar la problemática de la emisión del certificado de estudios. Con esta información se podrá identificar las barreras o facilitadores que permitan la implementación de Blockchain en el proceso de emisión de certificado de estudios.

<b>Participante</b>	<b>Perfil</b>
Encargado de emitir certificados de estudios en colegios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Administrativo de profesión en el sector educación.</li></ul>
Funcionarios de MINEDU	<ul style="list-style-type: none"><li>• Funcionario con puesto actual en el sector educación.</li><li>• Funcionario con experiencia en el sector educación.</li></ul>
Especialistas en Blockchain	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingeniero certificado, con experiencia en la tecnología Blockchain.</li><li>• Consultor experto en tecnología Blockchain.</li></ul>

*Tabla 2. Participante vs. Perfil*

### 3.4. Análisis cualitativo

El análisis cualitativo “abarca el estudio, uso y recolección de una variedad de materiales empíricos, estudio de caso, experiencia personal. Introspectiva, historia de vida, entrevista, textos observacionales, históricos, interaccionales y visuales que describen los momentos habituales y problemáticos y los significados en la vida de los individuos”. (Vasilachis, 2006: p2).

Para el análisis cualitativo se usará la recolección de datos basado en entrevistas a encargados de emisión de certificados de estudios en los colegios, funcionarios de la MINEDU y especialistas de Blockchain.

### 3.4.1. Objetivos del Análisis Cualitativo

El objetivo del análisis cualitativo se detalla en el siguiente cuadro. El medio serán entrevistas y Focus Group que se realizarán a los encargados de emisión de certificados de estudios en los colegios, funcionarios de la MINEDU y especialistas de Blockchain.

<b>Persona</b>	<b>Entrevista</b>	<b>Focus Group</b>
Encargados de emisión de certificados de estudios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer el flujo actual de la emisión de certificado de estudios.</li> <li>- Conocer la tecnología usada actualmente en los procesos de emisión de certificado de estudios.</li> <li>- Conocer los casos de falsificación de certificados de estudios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer las necesidades del personal encargado de la emisión de certificado de estudio en los colegios.</li> <li>- Conocer las dificultades actuales.</li> </ul>
Funcionarios de MINEDU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer el flujo actual de la emisión de certificado de estudios en MINEDU.</li> <li>- Conocer la tecnología usada actualmente en los procesos de emisión de certificado de estudios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer las barreras que podrían presentarse al implementar la tecnología Blockchain.</li> <li>- Conocer si la implementación de la tecnología Blockchain cubrirá las expectativas.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar los diferentes canales de emisión de los certificados de estudios.</li> <li>- Conocer las restricciones del marco normativo que regula la emisión de certificados en MINEDU.</li> </ul>	
Especialistas en Blockchain	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer la tecnología a fondo.</li> <li>- Empresas del sector educación que usan actualmente la tecnología Blockchain.</li> <li>- Conocer la viabilidad y obstáculos de implementar la tecnología Blockchain.</li> <li>- Comparación de la tecnología actual con la tecnología Blockchain.</li> <li>- Conocer qué tan seguro será el proceso de emisión de certificados de estudios después de implantar Blockchain.</li> <li>- Conocer implantaciones de éxito de Blockchain en el sector educación o en empresas que hayan implementado la tecnología Blockchain en sus procesos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer las barreras que podrían presentarse al implantar Blockchain.</li> <li>- Recabar información acerca de las propiedades de Blockchain así como las ventajas de usarlo.</li> <li>- Identificar cuáles son las características que más se valoran en el modelo de emisión de certificados de estudio digital con Blockchain.</li> </ul>

Tabla 3. Análisis Cualitativo Persona, Entrevista, Focus Group

### 3.4.2. Metodología del Análisis Cualitativo

Este método nos permitirá analizar a profundidad las respuestas por parte de los entrevistados para conocer las necesidades que tienen los encargados de la emisión de los certificados en los colegios y funcionarios de MINEDU y el servicio que se les brinda en la actualidad a los padres de familia al solicitar los certificados de estudios de sus hijos. Para ello, se detalla el diseño de la metodología de la investigación:

Diseño de la investigación	Objetivo de la investigación	Técnica	Metodología
Investigación exploratoria Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer la problemática actual del proceso de emisión de certificado de estudios.</li> <li>- Identificar la tecnología actual usada.</li> <li>- Conocer las barreras para la implementación de la tecnología Blockchain.</li> </ul>	Entrevistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista a encargados de emisión de certificados de estudios en colegios.</li> <li>- Funcionarios de MINEDU.</li> <li>- Especialistas en Blockchain.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer la viabilidad de la implantación de Blockchain en los certificados de estudios.</li> </ul>	Focus Group	Se realizará Focus Group a los encargados de la emisión de certificado de estudios en colegios, así como funcionarios de MINEDU, para conocer sus necesidades.

Tabla 4. Metodología del Análisis Cualitativo

## **4. CAPÍTULO 4: PROCESO ACTUAL DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ESTUDIOS**

El proceso de emisión de certificados de estudios es un conjunto de actividades que han venido siendo gestionados por la comunidad educativa, para facilitar y brindar un mejor servicio al administrado y al ciudadano. Dichas actividades se han venido optimizando en el tiempo, modernizando en el uso de tecnologías de información, que soporten los procesos y que los automaticen para reducir costos, tiempo y esfuerzos de los integrantes de la comunidad.

Con la entrada del COVID-19, esta transformación se ha visto acelerada, dada la necesidad de reducir el contacto físico y minimizar los contagios. Esto obliga a los integrantes de la comunidad educativa a evitar la presencialidad y que los canales en línea se habiliten en todas las instituciones públicas. A su vez, se busca cubrir la necesidad de tramitar los certificados desde cualquier lugar de ubicación y con el único requerimiento de una conexión estable a internet, para dar seguimiento a las solicitudes y resolución de estas.

### **4.1. Procedimientos Actuales en Instituciones Educativas de Gestión Pública de Lima Metropolitana**

Las Instituciones Educativas públicas de educación básica que se encuentran en Lima Metropolitana actualmente no cuentan con un proceso estandarizado para emitir el certificado de estudios. Si bien se ha realizado la creación del envío de solicitud de certificado de estudio a través de la Web Mi Certificado, todavía existen casos en los que es necesario dirigirse a la UGEL o al MINEDU para iniciar el proceso de solicitud.

Existen 4 procesos que engloban todos los casos para solicitar el certificado de estudios. Los presentamos a continuación.

#### **4.1.1. Proceso 1: Solicitar Certificado de Estudios en el Canal Digital MiCertificado**

Por muchos años en el Perú se requería asistir presencialmente a la Institución Educativa para solicitar un certificado de estudios y el personal de atención de la Institución Educativa procesaba la información y generaba la impresión en papel amarillo que se entregaba a la UGEL para que vise el documento y certifique su validez, para ser entregado al solicitante.

Con la modernización en la gestión pública, el Ministerio de Educación optó por mejorar el proceso de emisión de certificados de estudios con la implementación de un canal en línea, a fin de facilitar los procesos administrativos al ciudadano. Dicho proceso beneficia a la comunidad educativa y evita la necesidad de grandes sobrecostos en la producción y traslado a la UGEL. Además, facilita el trámite a las familias de la comunidad educativa, reduciendo sus tiempos de espera y los tiempos de control y validación del certificado.

Actualmente, se realiza una solicitud virtual a través de la página web “Mi Certificado” (<https://certificado.minedu.gob.pe/>) implementado por el Ministerio de Educación. Esta solicitud es enviada al Sistema de Información de Apoyo de Gestión de la Institución Educativa (SIAGIE), sistema que registra las planillas educativas de los estudiantes, para que se procese la información y se facilite la gestión de las solicitudes por los directores, docentes, tutores de las Instituciones Educativas, que cuentan con acceso al SIAGIE. Luego, esta solicitud es validada y aprobada a través del SIAGIE por el director de la Institución Educativa. Finalmente, se le informa al solicitante que puede recoger su certificado físico, el cual cuenta con un código QR para su verificación y validez.

Como se puede apreciar, aún encontramos actividades presenciales dentro del proceso, que demandan esfuerzos del director y de los integrantes de la comunidad educativa. Sin embargo, el proceso se ha optimizado y han mejorado los tiempos de espera para la entrega de certificados.

#### **4.1.2. Proceso 2: Solicitar Certificado de Estudios en la Institución Educativa**

Este proceso compete a los casos donde la Institución Educativa no se encuentra registrada en el sistema SIAGIE, y de las que no se encuentra en la lista de instituciones habilitadas en la página web “Mi Certificado”. Normalmente son Instituciones Educativas en las que no se ha

invertido en tecnología y que no cuentan con un área informática que realice las actividades de optimización y automatización de los procesos de la gestión educativa.

Para estos escenarios, las solicitudes son realizadas de manera presencial en la misma Institución Educativa y generalmente son efectuadas por los padres de familia o apoderados del alumno. Al registrar la ficha de datos de la solicitud en la Institución Educativa, esta solicitud es enviada a la mesa de partes de la UGEL, luego es derivada a la Unidad de Verificación de Solicitudes para que puedan realizar las validaciones correspondientes de emisión del certificado y posteriormente enviarla a la Institución Educativa para que gestione la entrega al solicitante.

Dada la coyuntura actual, muchas Instituciones Educativas dejaron de brindar sus servicios presenciales de manera preventiva para evitar aglomeraciones, contacto físico y reducir los posibles contagios entre miembros de la comunidad. Dichos servicios quedaron suspendidos y, en algunos casos, se les comunicó que los certificados de estudios serán entregados en el regreso a la presencialidad, con los miembros de la comunidad vacunados con dos dosis.

#### **4.1.3. Proceso 3: Solicitud del Certificado de Estudios en la UGEL**

Este proceso es para los casos donde la Institución Educativa se encuentra cerrada o clausurada.

Se realiza la solicitud en mesa de parte de la UGEL, luego es direccionada a la Unidad de Verificación de Solicitudes para que puedan realizar las validaciones correspondientes para emitir el certificado y posteriormente es recogido por el solicitante.

#### **4.1.4. Proceso 4: Solicitud del Certificado de Estudios en el MINEDU**

Este proceso es para los casos de alumnos que hayan terminado sus estudios hasta el año 1985. Se realiza la solicitud en mesa de partes de MINEDU, luego es direccionada a la Unidad Educativa de Certificados para que puedan realizar las verificaciones correspondientes para emitir el certificado y posteriormente es recogido por el solicitante.

Estos procesos están compuestos por actividades manuales, donde la entrega del documento se realiza de manera física en la institución que corresponda, según el proceso.

#### **4.2. Problemas Actuales y su Relación con el Problema a Resolver**

Según el análisis de los apartados anteriores, no se cuenta con un proceso estándar para la emisión de los certificados de estudios, generando lentitud y plazos largos en la emisión de este documento que, al final, se traduce en la insatisfacción de los usuarios, deteriorando la imagen de las Instituciones Educativas del estado. Además, no se cuenta con la información de los certificados centralizada en una única fuente de datos, que permita mejorar el proceso. Por último, la emisión física de los certificados de estudios está expuesta a su falsificación, lo cual sucede mayormente en los casos donde se busca acceder a puestos de trabajo, precisando al certificado como requisito indispensable.

El fraude de certificados de estudios es ahora un problema mayor en consecuencia de la alta demanda de estos, que ahora se encuentran como requisito para acceder a instituciones de educación superior, a las fuerzas armadas, estudios extranjeros, entre otros. Si bien con el tiempo se han creado mecanismos para autenticar la veracidad de estos documentos, aún carece de mecanismos de seguridad fiables y únicos, que no den apertura a vulnerabilidades.

Utilizando la tecnología Blockchain se puede solucionar el problema de falsificaciones de certificados, debido a que los documentos se vuelven inmutables y de confianza, permitiendo que la información acreditada no pueda modificarse. De igual manera, esta información puede ser validada en tiempo real por entidades terceras, como reclutadores, organismos e instituciones sin la necesidad de alguna intermediación. Asimismo, también se puede solucionar el problema de tener una fuente de datos única de certificados. Importante mencionar que el certificado de estudio se puede otorgar en forma digital y cifrada, lo cual permitiría a los estudiantes compartirlo de forma electrónica.

En resumen, Blockchain no se utiliza solamente por seguridad, sino que se vuelve relevante como una nueva infraestructura para resguardar, distribuir y verificar logros de aprendizaje (Smolenski,



2016). Asimismo, Blockchain preserva la información del emisor y receptor para cada certificado, junto con la firma del documento, y replica esto en los múltiples nodos de su red en todo el mundo.

Por otro lado, con Blockchain no se tendría el problema de tiempo de guardado del certificado, extravío, deterioro, entre otros, ya que se encontraría almacenado de forma segura y permanente, pudiendo utilizarlo en cualquier momento.

Otro aspecto importante que abordaremos con Blockchain es la estandarización del proceso, que actualmente está dividido en 4 sub procesos diferentes, donde cada inicio y fin de proceso es distinto por cada uno de ellos. Lo que se intentará resolver son los cuellos de botella originados de la derivación y validación de los documentos en las diferentes unidades del proceso actual, costos innecesarios de personal y baja calidad de los documentos.

#### **4.3. Valoración del Proceso de Expedición de Certificados de Estudios**

El proceso que actualmente rige para la emisión de certificados posee algunos mecanismos de seguridad que otorgan un nivel de confianza básico. No obstante, con las recientes tecnologías, tales mecanismos se tornan progresivamente más vulnerables y expuestos a errores. Por ejemplo, para el registro de la información para el certificado de estudios, existe la posibilidad de algún error involuntario por parte de la Institución Educativa o la UGEL al momento de introducir los datos. Por tal motivo, se tiene un procedimiento en la normativa de emisión de certificados que posibilita la rectificación y actualización de los datos introducidos.

Por otro lado, existen diferencias resaltables en la emisión de certificados de estudios en forma digital y física, entre los cuales se pueden distinguir los listados en la figura siguiente.

<b>Certificados físicos</b>	<b>Certificados digitales</b>
Actividades manuales que exigen la mediación por parte de una persona, incrementando la probabilidad de incidir	Mantiene la información segura y protegida en un mismo lugar sin

en errores, incurriendo en costos más elevados y aumentando el tiempo de procesamiento.	destinar un espacio específico para su resguardo.
El tiempo de procesamiento y el costo asociado son proporcionalmente directos a la cantidad de elementos de seguridad necesarios.	Se pueden firmar electrónicamente sin importar la ubicación de la persona que requiere firmarlos.
El organismo encargado puede incurrir en tiempos de espera excesivos al realizar la verificación de manera manual e individual.	Permite consultar cualquier documento en el momento en el que se necesite desde cualquier dispositivo tecnológico.
No se cuenta con una base de datos única y centralizada.	Se reducen los costos del proceso al reducir los pasos para su emisión.
Está altamente propensa al fraude de documentos.	

*Tabla 5. Comparación entre Certificados Físicos y Digitales*

Por último, para asegurar el éxito de la adopción de certificados digitales se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- Crear o preparar un estándar electrónico orientado a la emisión de certificados de estudios digitales que pueda sustituir plenamente los certificados físicos, cumpliendo con la normativa regulatoria actual.
- Preparar la normativa legal para la validez del certificado de estudio digital en colegios de educación secundaria, públicos y privados.

#### **4.4. Análisis SEPTE, Beneficios y Perspectivas de la Aplicación del Blockchain**

En el presente capítulo se realizará un análisis SEPTE para el uso de Blockchain en el sector educativo, que se centrará en analizar los factores políticos, económicos, sociales,

ecológicos y tecnológicos, que son claves a la hora de evaluar los riesgos presentes y futuros que tendremos que afrontar para su implementación.

El análisis SEPTE cuenta con los siguientes elementos:

- Políticos: análisis de las políticas gubernamentales con implicancia en el uso de la tecnología Blockchain.
- Económicos: factores generales de la economía, de acuerdo a la ubicación en que se realizará la implementación.
- Social: factores culturales, nivel educativo, hábitos de consumo, entre otros.
- Tecnológicos: análisis de las posibilidades de acceso de las personas a las herramientas informáticas, el potencial de nuevas aplicaciones.
- Ambientales: elementos con relación directa o indirecta con la preservación de los entornos y el medio ambiente.

#### **4.4.1. Impacto Social**

En esta pandemia del COVID-19, la comunidad educativa conformada por los estudiantes, docentes, directores, padres de familia, apoderados se ha ido adaptando de manera progresiva a la educación virtual y en línea. Como resultado de ello, las Instituciones Educativas se mantuvieron cerradas. Sin embargo, la mayoría de las Instituciones Educativas se ve obligada a realizar la emisión de certificados educativos de manera presencial.

Con la implementación de Blockchain, esta restricción sería eliminada pues el certificado se podrá consultar y validar de manera segura desde cualquier smart phone con el uso de un código QR. El uso de la tecnología Blockchain en el sector educación debería ser priorizada en principio en la emisión y verificación de certificados de estudios, para compartir de manera segura y auténtica las competencias y aprendizajes logrados por los estudiantes y la evaluación de las habilidades académicas. Esta solución tecnológica proveerá una plataforma segura, que ayudará a compartir de manera fiable y confidencial los datos de los estudiantes, reducir los costos de transacciones y fomentar el compromiso y la transparencia.

El impacto social para la emisión de certificados de estudios en las Instituciones Educativas aún es desconocido en el Perú; sin embargo, en los colegios de los países de la región que lo llevaron a cabo se puede observar un impacto positivo, como es en el caso del colegio Belgrano Day School de Argentina, que implementó Blockchain para la entrega de certificados y diplomas para sus estudiantes egresados a partir del 2018. El proceso de emisión de certificados en el colegio Belgrano Day School consiste en crear un archivo del tipo JSON que abarca toda la información de los certificados de los estudiantes, lo firman, lo encriptan, y registran el hash de encriptación en la Blockchain de Bitcoin. Argentina es uno de los países que mejor ha adoptado la tecnología de Blockchain e incluso el gobierno argentino impulsa su Proyecto Escuela, que consiste en empoderar con cursos de Blockchain a sus estudiantes, docentes, y a los más jóvenes de últimos años de escolaridad secundaria con conocimientos básicos sobre monedas digitales y Blockchain.

#### **4.4.2. Impacto Económico**

Usar Blockchain traerá consigo muchos beneficios en la transparencia pública y la lucha contra la corrupción, problemas muy presentes en el contexto actual y relacionados directamente con el bienestar económico y transparencia tributaria del país.

Como ejemplo, en el 2019 Perú Compras (entidad del estado responsable de las contrataciones públicas) registró en Blockchain más de 154 mil órdenes de compra, siendo unos de los primeros países en utilizar la tecnología para compras públicas. Mediante el Blockchain, se registra cada orden de compra en múltiples nodos, que asegura que la información no sea adulterada. Cada orden de compra tiene un código QR que puede leerse desde cualquier smartphone o equipo portátil para verificar la autenticidad del documento.

Los beneficios de esta tecnología son transversales a los sectores nacionales como salud, educación, producción, comercio, transporte. Exponer sus ventajas de su uso en el entorno local, abrirá un camino para la transparencia y confiabilidad en sus procesos internos.

#### **4.4.3. Impacto Político**

El uso de tecnologías emergentes como Blockchain en el de Educación está alineado a de las políticas gubernamentales actuales; teniendo en cuenta la Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado, la cual declara “... al Estado peruano en proceso de modernización en sus diferentes instancias, dependencias, entidades, organizaciones y procedimientos, con la finalidad de mejorar la gestión pública y construir un Estado democrático, descentralizado y al servicio del ciudadano.”. Debemos, además, mencionar la existencia de un marco general oportuno para una implementación de este tipo, considerando la Ley General de Educación, Ley de Tratamiento de Datos Personales y la Ley de Firmas y Certificados Digitales.

Tomando como precedente la implementación del Sistema de Información de Apoyo a la Gestión de la Institución Educativa (SIAGIE) y su obligatoriedad de uso a partir del año 2011 en la emisión de nóminas de matrícula y actas consolidadas de evaluación de instituciones y programas educativos de Educación Básica Regular, consideramos que MINEDU, como ente rector, debe prever la creación de políticas de regulación de uso de tecnologías como Blockchain para el sector educativo, vistos sus potenciales beneficios dentro de la gestión pública y la sociedad nacional en general.

#### **4.4.4. Impacto Tecnológico**

Las posibilidades de acceso a las herramientas informáticas varían según cada zona y región del país. Según datos del MINEDU de Abril del 2021, “..en el país la conectividad es limitada y existe una gran brecha entre zonas urbanas y rurales. En Lima Metropolitana y el resto urbano el 66.6% y el 47.4% tienen acceso a internet. A nivel nacional, el 44.2 % (30,857) de los 69,786 locales educativos cuenta con acceso a internet, aunque en las zonas urbanas el acceso es el doble que en las zonas rurales, al llegar a 67.1 % y 30 %, respectivamente”.

En el mismo mes, y ante esta situación, el ente rector informó sus planes para contribuir con el cierre de la brecha digital. Primero, proveer de datos a la comunidad educativa dentro de las zonas que cuentan con conexión a internet, a través de la adquisición de contratos de conectividad para 4,530 Instituciones Educativas, garantizando planes de datos para 340,000 docentes de educación

básica (servicio de internet, llamadas y SMS) y personal administrativo. Segundo, para las zonas sin conectividad, seguir entregando tablets con material educativo actualizado; al momento ya se habían distribuido a nivel nacional 890,595 de estos dispositivos (85% de los adquiridos para estudiantes y maestros de zonas rurales focalizadas), de acuerdo con el Decreto Legislativo N° 1465 que establece medidas para garantizar la continuidad del servicio educativo en el marco de las acciones preventivas del Gobierno ante el riesgo de propagación del COVID-19.

Aunque la brecha digital es aún amplia dentro del sector educativo público, encontramos zonas y regiones en las que la implementación y asimilación de una tecnología como Blockchain es más oportuna. Siendo Lima Metropolitana una de estas, la tomamos como punto de partida para contribuir con una propuesta para la modernización de la gestión pública en el sector educativo y la transformación digital en las Instituciones Educativas Públicas.

#### **4.4.5. Impacto Ecológico**

Existe un impacto en la contaminación ambiental, reduciendo el uso de papel para la impresión de los documentos y certificados, y reduciendo la extracción maderera de árboles y la destrucción de recursos de origen natural.

Se reduciría sustancialmente la contaminación con la emisión de los documentos, certificados, entre otros documentos físicos gracias al uso de medios digitales, específicamente la tecnología Blockchain. Con el modelo de implantación propuesto, buscamos sentar un precedente para que muchas instituciones repliquen el modelo y lo pongan en práctica en sus procesos académicos y, por tanto, reduzcan conjuntamente la contaminación.

Consideramos que se deben implantar talleres de concientización con alcance a las Instituciones Educativas, tanto para estudiantes como para personal docente y administrativo, para fomentar el cuidado y preservación del medio ambiente en el país, así como explicar las ventajas del uso de tecnologías nuevas que soporten este propósito.


## **5. CAPÍTULO 5: MODELO DE IMPLEMENTACIÓN**

El siguiente capítulo consta de la descripción de los procesos actuales de emisión de certificados en contraste con las tecnologías propuestas para la implementación del nuevo proceso de emisión de certificados de estudios, usando principalmente la tecnología Blockchain, y que será accesible a través de un portal web. Se detallarán todas las actividades requeridas para su implementación, desde la solicitud hasta la entrega de los certificados de estudios a los estudiantes y egresados de las Instituciones Educativas de gestión pública de nivel secundaria en Lima Metropolitana.

### **5.1. Proceso Digital Actual de Emisión de Certificados de Estudios**

MINEDU, con el fin de agilizar la alta demanda de solicitud de certificados de estudios de educación básica regular (inicial, primaria y secundaria), en el año 2020 implementó una plataforma virtual gratuita, la cual facilita estos certificados a los apoderados de los alumnos (UGEL, 2015), esta solución consta de varios pasos, los cuales en muchas ocasiones resultan en un proceso engorroso para los apoderados o exalumnos. Es importante conocer que este esquema tiene validez para los apoderados y alumnos siempre y cuando anteriormente ya se encuentren registrados en el sistema SIAGIE (MINEDU, 2021).

**Certificado de Estudios**


PERÚ Ministerio de Educación

---

BÚSQUEDA INSTITUCIÓN
TÉRMINOS Y CONDICIONES
TIPO DE PERSONA
APODERADO
ESTUDIANTE
SOLICITUD

Importante:
 

- Solo se mostrará las Instituciones Educativas (IIEE.) que se encuentren activas en escala.
- En caso que su I.E. no se visualice deberá de acercarse a la UGEL correspondiente de la última IE en la que estudió para solicitar el Certificado Oficial de Estudios de manera personal.

Búsqueda de Institución Educativa

Departamento \*

Provincia \*

Distrito \*

I.E. Nombre

Código Modular

BUSCAR
LIMPIAR

Código Modular
Centro Educativo
Nivel
Departamento - Provincia - Distrito
Dirección
DRE/UGEL
Estado de Solicitud

No se encontraron resultados.

SALIR
ACEPTAR

*Figura 14. Web Mi Certificado (<https://certificado.minedu.gob.pe>)*

Mediante el siguiente flujo, se detallan los pasos a seguir por parte de los interesados para la obtención de los certificados de estudios de forma virtual:

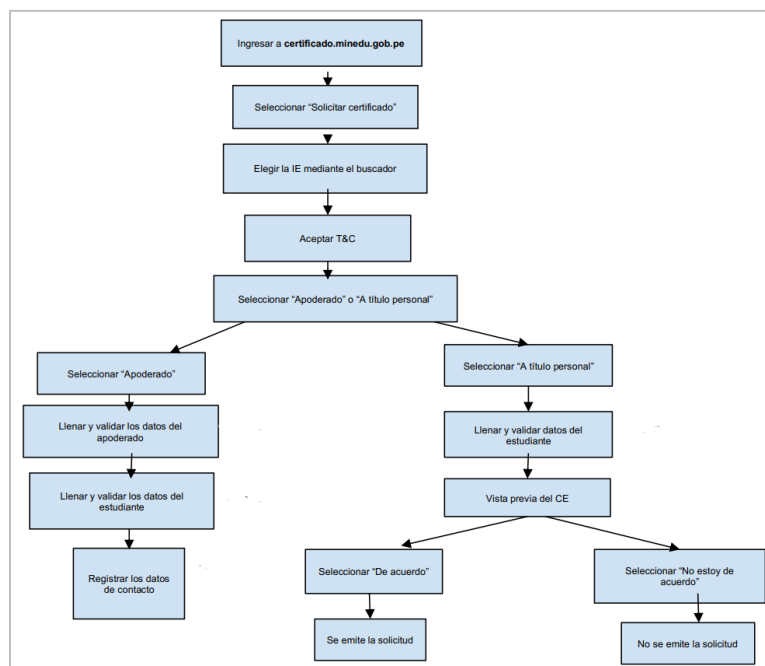




Figura 15. Flujo virtual de Otorgamiento de Certificado. (Elaboración propia)

Por otro lado, es importante detallar la modalidad presencial, implementada por MINEDU, para otorgar los certificados de estudios en forma física, la cual representamos en el siguiente flujograma. Podemos apreciar los inconvenientes, retrasos y dificultades dentro del proceso mismo.

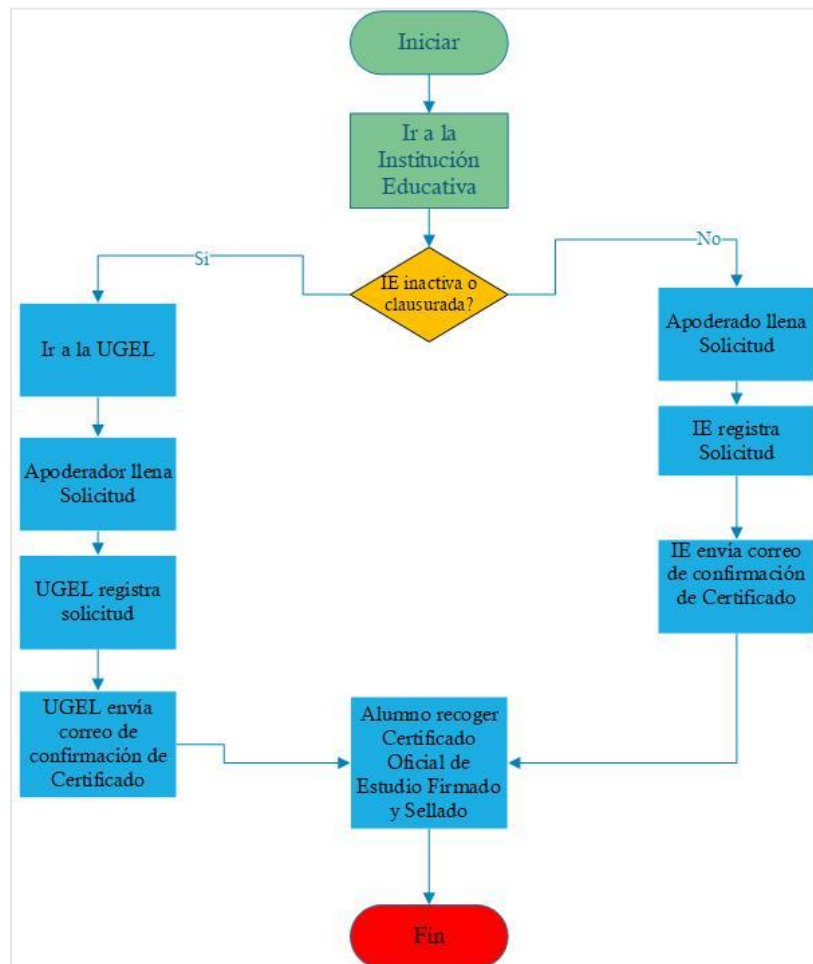


Figura 16. Flujo presencial de Otorgamiento de Certificado. (Elaboración propia)

Revisados los flujos para la obtención del certificado de estudios, podemos revisar el documento final expedido, el cual es elaborado mediante mecanismos complejos, garantizando al alumno un documento único y auténtico, lo que dificulta su falsificación. De acuerdo a la normativa vigente, este documento tiene utilidad para acceder, entre otros, a instituciones de Educación Superior, fuerzas armadas o mercado laboral formal. La siguiente figura muestra los mecanismos de seguridad en el formato de certificados de estudios.



Figura 17. Formato de Certificado de Estudios. Fuente: Página Oficial UGEL

En este formato de certificado de estudio emitido por la MINEDU se observan los mecanismos de seguridad, que garantizan su autenticidad. Este certificado contiene:

- Código para ser consultado desde la página oficial de MINEDU.
- Firma y sello del director a cargo del colegio.
- Código QR con información del documento y del estudiante.

La función de los certificados físicos es demostrar la autenticidad de los logros académicos en los colegios secundarios de Lima Metropolitana (UGEL, 2022), pero estos certificados físicos que contienen mecanismos de seguridad, en muchas ocasiones son vulnerados por servicios informales que, por un incentivo económico, lo replican afectando la buena fe pública.

En los últimos años, con el avance de la tecnología y, sobre todo, con el uso exponencial de las redes sociales, se ha incrementado la falsificación de documentos debido a que certificados de estudios han sido ofrecidos por redes como Facebook o en plataforma de ventas como Mercado Libre, los cuales contenían sellos originales de las mismas escuelas secundarias, aumentando así

la falsificación de documentos públicos y sellos oficiales (DiNicola, 2021). Ante ello, se evidencia cómo se vulneran los mecanismos de seguridad emitidos por Instituciones Educativas.

*Figura 18. Mecanismo de Verificación de Web Mi Certificado  
(<https://certificado.minedu.gob.pe/validate>)*

Si bien el proceso actual de emisión de certificado de estudios ha ido mejorando, ya que se implementó un nuevo sistema de consulta y verificación, este aún muestra vulnerabilidad en sus mecanismos de seguridad, lo que afecta a la buena fe de las instituciones interesadas en validar la autenticidad de los certificados, sin mencionar la lentitud del sistema para responder sobre la autenticidad del certificado de estudio.

## **5.2. Solución Tecnológica para la Emisión de Certificados de Estudios**

Con el impacto de la globalización, las Instituciones Educativas deben garantizar que los certificados de estudios sean auténticos e imposibles de falsificar, en respuesta a la problemática de certificados de estudios falsificados. Los egresados, al terminar su educación secundaria, tienen el propósito de adquirir nuevos conocimientos que les permita acceder a un lugar en una universidad o acceder a un trabajo formal, para ello deben solicitar sus certificados con mucha anticipación para acreditar sus estudios.

El siguiente modelo propuesto tiene como objetivo implementar una plataforma mediante un servicio web que permita la emisión de certificados de estudios de los alumnos y egresados. También contempla un servicio de autenticación para que la generación de los certificados de

estudios sea segura y confiable. Buscando agilizar y optimizar los procesos de emisión y autenticación de certificados de estudios, proponemos que sea accesible desde la web o dispositivos móviles con IOS / Android.

## Arquitectura del software

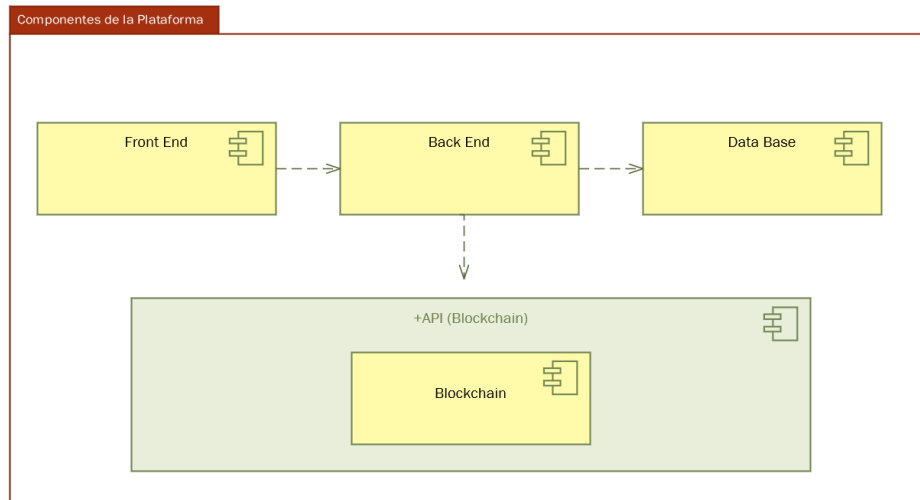


Figura 19. Arquitectura de Software del Modelo propuesto (Elaboración propia)

### ▪ Front End

Es la interfaz de usuario con la que este interactúa desde la web o dispositivos móviles, para ello se hace el uso de tecnologías de diseño como HTML, CSS y JavaScript, que permita al emisor acceder a la plataforma para emitir y gestionar certificados de distintas Instituciones Educativas y al alumno o apoderado, consultar y validar sus certificados de estudios.

### ▪ Back End

Es el componente que define las reglas de negocio. En el modelo propuesto: el registro, emisión y validación de los certificados. Además, conecta con los servicios de la cadena de bloque, con el fin de esperar y responder a las actividades provenientes de la interfaz de usuario. En este caso los lenguajes de programación sugeridos son PHP, C# o Java los cuales cuentan con una amplia

documentación y soporte para la conexión de APIs como la de Blockchain, encargada de generar y respaldar los certificados de estudios. A su vez, gestionará la conexión a una base de datos interna, para el almacenamiento de los metadatos de cada transacción.

#### ▪ **Data Base**

Es la base de datos, donde se almacenarán todas las transacciones realizadas por los usuarios desde la plataforma, a través de la web o dispositivos móviles. Se persistirán y consultarán las transacciones realizadas para un oportuno seguimiento y control de la operación de la plataforma. Se sugiere una base de datos SQL Server instalada en un servidor en la nube.

#### ▪ **Red Blockchain**

Es la tecnología que opera en una red descentralizada, haciéndola segura, con ello se podrá proteger, distribuir y acreditar los datos. Estará disponible desde APIs con un Web Services REST, haciéndola flexible, escalable y permitiendo integrar más aplicaciones, así como conectar componentes de microservicios.

### **Requerimientos y Puntos Críticos del Servicio.**

Definida la arquitectura, se debe identificar los requerimientos mínimos para que la plataforma esté operativa, así como detectar factores que puedan generar riesgos en ella. Se definen los siguientes requerimientos:

#### ▪ **Tiempo**

- **Tiempo de Respuesta.** Se debe considerar un tiempo máximo de respuesta de 30 segundos.
- **Tiempo de Operación.** Se debe considerar que el sistema funcione 24 horas al día los siete días de la semana.
- **Tiempo de Inactividad.** Se debe considerar un tiempo máximo de inactividad de dos horas para mantenimiento y en horario de 01:00 a 03:00 a.m.

## ▪ **Usuarios**

- Se debe contemplar que cualquier usuario con conocimientos básicos en computación pueda acceder al sistema.
- Cantidad de usuarios. El sistema debe estar diseñado para un número indefinido de usuarios.
- Roles y permisos. Debe estar contemplado para 3 roles.
  - A) Emisor: MINEDU, encargado de editar, emitir y gestionar los certificados de estudio de acuerdo a Institución Educativa y (ex) alumno.
  - B) Receptor: (ex) alumno, quién será provisto con el hash de su certificado para ser añadido a su wallet personal.
  - C) Tercero: cualquier interesado en validar el hash asociado al certificado presentado por el (ex) alumno.

## ▪ **Datos**

- Grupo de Datos. Se segmentan por Instituciones Educativas.
- Tipo de Datos. La plataforma debe operar certificado de estudios y datos de alumnos.
- Cantidad de Datos. La plataforma debe estar diseñada para un número indefinido de datos.

## **Prototipos Visuales**

Los componentes descritos anteriormente serán accesibles a través de la interfaz de usuario, compuesta por módulos que facilitarán el nuevo proceso de emisión. Estos módulos son:

- Configurar Data Wallet.
- Tipos de Documentos.
- Mi plantilla.
- Instanciar Tipo de Documento.

- Autenticación de Certificados.

En la siguiente imagen se aprecia la perspectiva del emisor para editar los datos de su wallet universal. Siendo el caso de MINEDU, este wallet almacenará los certificados generados para todas las Instituciones Educativas configuradas y todos los (ex) alumnos cuya solicitud haya procedido.

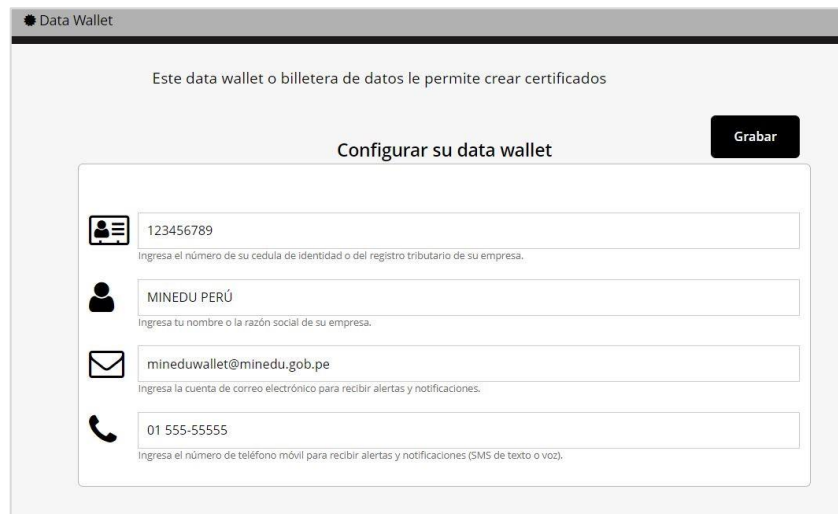


Figura 20. Prototipo Módulo Configurar Data Wallet (Elaboración propia)

En la siguiente imagen se aprecia la perspectiva del emisor donde se lista un grupo de Instituciones Educativas que comparten una plantilla de certificado en particular. Un grupo puede estar compuesto por una o más Instituciones, separadas según criterio del emisor.



Figura 21. Prototipo Módulo Mis Tipos de Documento (Elaboración propia)

En la siguiente imagen se aprecia la perspectiva del emisor al editar a fondo la plantilla del certificado a ser emitido para el grupo seleccionado en la primera pantalla. Esta plantilla permite una pre-visualización de ejemplo.



Figura 22. Prototipo Módulo Mi Plantilla (Elaboración propia)

En la siguiente imagen se aprecia la perspectiva del emisor para instanciar una plantilla, con los datos particulares de una Institución Educativa configurada y los datos de un (ex) alumno; estos últimos incluyen la clave pública del (ex) alumno, para que el hash generado sea añadido a su wallet. Este prototipo permite la generación de un nuevo certificado de estudios que será almacenado y respaldado en la Blockchain.



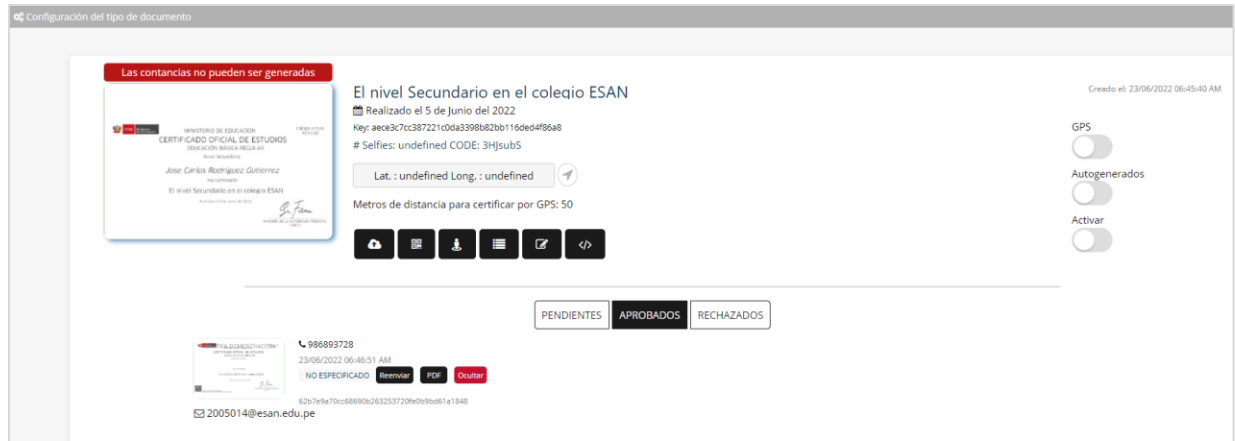


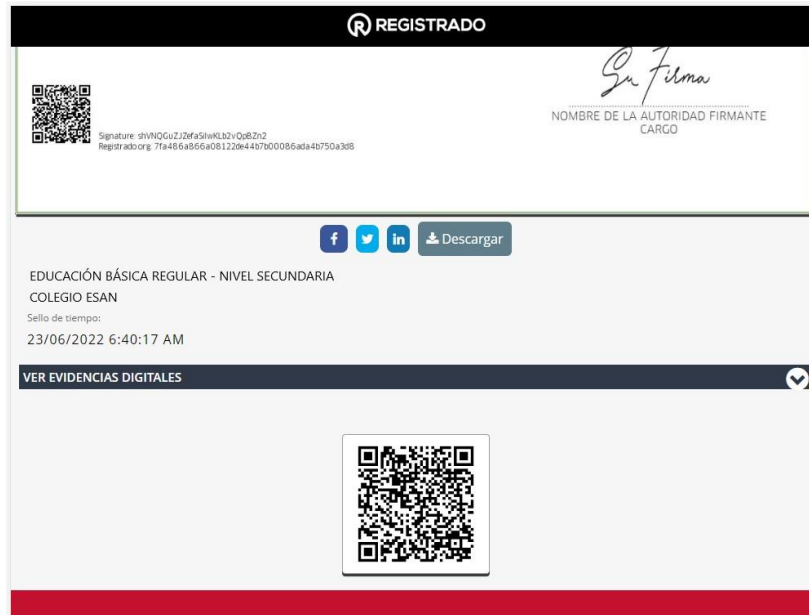
Figura 23. Prototipo Módulo Instanciar Tipo de Documento (Elaboración propia)

En la siguiente imagen se aprecia el resultado de la emisión de un nuevo certificado para una Institución Educativa y un (ex) alumno en particular.



Figura 24. Prototipo Certificado de Estudios Emitido con Hash (Elaboración propia)

En la siguiente imagen se aprecia la perspectiva de cualquier tipo de usuario al validar el hash contenido en el certificado digital presentado por el (ex) alumno, con el objetivo de confirmar su autenticidad y su pertenencia a la Blockchain de MINEDU.



*Figura 25. Prototipo Autenticación de Certificados (Elaboración propia)*

## Flujogramas

El flujo completo para la emisión y validación de certificados de estudio es detallado en la siguiente imagen. Cabe precisar que la solicitud inicial será ingresada y gestionada desde el portal MiCertificado. El flujo que nos compete comienza con el emisor obteniendo los datos particulares del (ex) alumno y la Institución Educativa asociada en su solicitud y concluye con la verificación del certificado a cuenta de un usuario tercero, a través del hash asignado a tal certificado.



Para el diseño de la infraestructura del modelo de implementación para la emisión y autenticación de certificados de estudios se propone el tipo infraestructura como servicios (IaaS), ya que permitirá reducir gastos de capital y optimizar costos en hardware y mantenimiento, pues no se comprarán servidores. Se usarán servicios de la plataforma en la nube de IBM, para usar toda la capacidad de la red del proveedor y consumirla cuando se requiera.

Adicionalmente a ello, se utilizará Blockchain de Bitcoin la cual ofrece un servicio de API sencillo para solicitar datos de Blockchain, como la llave única hash. Estos datos estarán disponible en formato JSON inclusive, lo cual facilita su integración con cualquier servicio web, acompañados de mensajes de confirmación (Blockchain, 2022). Con ello se pueden aprovechar los servicios en la nube para el despliegue de aplicaciones asociadas a la emisión de los certificados de estudios de las Instituciones Educativas.

### **5.2.2. Proveedor del Servicio**

#### **IBM Cloud**

Para elegir el proveedor de servicio en la nube, se ha analizado en base a la confiabilidad y la capacidad que tiene el proveedor para confiar las aplicaciones y datos de MINEDU, con ello se tiene los años de experiencia con la tecnología y el soporte administrativo que brinda, así como las prácticas de seguridad.

Es por ello por lo que la plataforma de servicios en la nube se propone a IBM Cloud, que ofrece recursos como computación, redes, almacenamiento, gestión, seguridad, base de datos, analítica e inteligencia artificial. Con ello se podrán construir aplicaciones desde cero e instalar las necesarias para construir una plataforma de emisión de certificados de estudios para las Instituciones Educativas.

Para efectos de implementación, se solicitará al proveedor de servicio en la nube lo siguiente:

- 1 Virtual server for classic con sistema operativo Microsoft Windows Server 2019 Standard Edition (64 bit) y 32 Gigas de RAM y 1 tera de almacenamiento.

Con las características mencionadas de la máquina virtual, cabe recalcar que se ha elegido una máquina virtual del proveedor IBM por motivos de seguridad, conocimientos y experiencia que posee el proveedor. Ante lo expuesto, la máquina virtual debe soportar aplicaciones de base de datos como SQL Server, aplicaciones Front-End, Back-End; futuras aplicaciones que escalarán la plataforma de emisión de certificados de estudios.

### **5.3. Modelo de Gestión del Proyecto**

Para la gestión de proyectos se utilizará la guía del PMBOK 6 ed. 2017 del Instituto de Gestión de Proyecto (PMI). Se tomará como referencia los 5 grupos de procesos y las 10 áreas de conocimientos que nos señala la guía, cada proceso se explica detallando las actividades que se llevan a cabo.

Para el desarrollo del modelo se considera las 5 fases: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre que se detallan de la siguiente manera:

#### **5.3.1. Fase de Inicio**

En esta fase se realiza la identificación preliminar de los interesados, y la definición del Acta de Constitución. Se tienen identificados los siguientes interesados:

- MINEDU: Ministerio de educación, ente rector del sector educación.
- UGEL: Unidad de Gestión Educativa Local.
- IIEE: Instituciones Educativas encargadas de solicitar autorización y emitir el certificado de estudio digital.
- Directores de las IIEE: Encargados de la gestión académica de las Instituciones Educativas.
- Estudiantes: Poseedores de los certificados de estudios y diplomas.
- Padres de los estudiantes: Padre, madre o apoderado de los estudiantes.

- Verificadores: Empleadores e instituciones que requieren validar la autenticidad y veracidad de los documentos.
- Comunidad Académica: Otras instituciones, instituciones privadas, ex alumnos, investigadores y sociedad en general.

Respecto al contenido del Acta de Constitución se detallan algunas secciones principales explicadas a alto nivel a continuación:

#### ▪ **Necesidad de Negocio**

La emisión de certificado de estudios en el Perú ha sido un proceso engorroso y costoso para las Instituciones Educativas de gestión pública. En los últimos años ha habido un aumento de certificados de estudios de educación básica secundaria falsos, así como la dificultad actual para validarlos. Este problema tiene su origen en la existencia de un mercado ilegal que los pone a disposición, y que tiene una alta demanda debido a que existen personas que aspiran a ser incluidos en el mercado laboral formal, pero que han esquivado los requerimientos legales y académicos vigentes. La existencia de certificados de estudios falsos es perjudicial para la sociedad peruana en general.

#### ▪ **Objetivo del Proyecto**

Implementar una solución innovadora que permite la emisión de certificados de estudios de las Instituciones Educativas de modalidad de educación básica regular de tipo gestión pública de nivel secundaria con el uso de la tecnología de Blockchain.

#### ▪ **Beneficio Esperado no Cuantificable**

- Facilitar a los estudiantes, padres de familia, apoderado, docentes, y a la comunidad educativa el acceso al certificado de estudios digital en cualquier momento y desde cualquier dispositivo que cuente con conexión a internet.

- Generar información estadística oficial en línea sobre la gestión de los certificados y que a su vez permita un mejor control de las Instituciones Educativas, a las UGEL, al MINEDU y la comunidad educativa.
- Transparencia en los procesos de expedición y recepción de los certificados a los estudiantes, padres de familia o a la comunidad educativa.
- Fomenta la autenticidad, validez e integridad del certificado de estudios.
- Mejora la imagen institucional de las Instituciones Educativas y las instituciones que participan en el proceso.

▪ **Supuestos**

- Contar con la disponibilidad de recursos económicos y técnicos en las fechas planificadas para el éxito del proyecto.
- Participación activa y colaboración continua del equipo de proyecto y los actores involucrados.
- Los usuarios como los estudiantes, padres de familia, apoderado, docente, comunidad educativa cuentan con un dispositivo con conexión a internet.

▪ **Restricciones**

- Recursos económicos y técnicos para el desarrollo del proyecto.
- Ausencia o deficiente conectividad del servicio de internet de los usuarios.
- Colaboración activa del equipo de proyecto en el marco de la emergencia sanitaria.

**5.3.2. Fase de Planificación**

Para esta fase se consideran todos los planes de gestión como son la gestión de cronograma, riesgos, comunicaciones, presupuesto, adquisiciones, recursos y calidad. Además, se enfoca en involucrar a los usuarios claves del proceso (Key Users) para la validación de los requerimientos del negocio en el proceso de emisión de certificados de estudios.

## ▪ **Definición del Alcance**

En esta etapa se detalla el trabajo y las actividades que se realizará en todo el proyecto como la definición de los entregables principales del proyecto y el producto.

- **Capa de Gestión**

Consiste en la elaboración de los artefactos de acta de constitución, plan de gestión de proyecto (PDP), informes de estatus, actas de seguimiento, solicitudes de cambios, acta de transferencia de proyecto a operación y acta de cierre y liberación de recursos.

- **Análisis del Entorno**

Consiste en el estudio de la problemática actual sobre la emisión del proceso de certificado de estudios y la validación de la veracidad del mismo en las Instituciones Educativas de gestión pública de nivel secundaria en Lima Metropolitana lo cual impacta a toda la comunidad educativa.

- **Definición de las Bases Teóricas**

Definición conceptual del proceso de la emisión de los certificados de estudios desde la solicitud hasta la entrega del documento aprobado, asimismo se define la arquitectura de la tecnología Blockchain y su aplicación.

- **Análisis del Proceso de Emisión de Certificado de Estudios**

Se detalla todo el flujo del proceso que se realiza actualmente en las Instituciones Educativas y se identifica a los principales actores de la comunidad educativa.

- **Modelo de Implementación Blockchain**

Modelo propuesto a ser implementado para Instituciones Educativas.



- Evaluación Económica

Se precisa la viabilidad y factibilidad del modelo propuesto para la emisión de certificados utilizando la tecnología Blockchain. Además, efectuar un análisis de costos con y sin proyecto, análisis del VAN y el TIR.

- Principales Hitos de Proyecto

Cronograma de hitos del proyecto			
Descripción de la actividad	Área responsable	Inicio	Fin
✓ Acta de constitución de proyecto.	Equipo Técnico	03.10.22	-
✓ Diagnóstico de la problemática actual del proceso de certificado de estudios.	Equipo Técnico	04.10.22	10.11.22
✓ Modelo de implementación propuesto con uso de Blockchain.	Equipo Técnico	11.11.22	10.01.23
✓ Evaluación económica y financiera.	Equipo Técnico	11.01.23	26.03.23
✓ Acta de cierre.	Equipo Técnico	27.03.23	30.03.23

*Tabla 6. Principales Hitos del Proyecto*

Se contemplan 5 meses para la parte del desarrollo tecnológico de la implementación, dentro de los que se desarrollarán reuniones semanales para la comunicación de los avances del proyecto, con el objetivo de retroalimentar las actividades del cronograma de trabajo.

#### ▪ Presupuesto del Proyecto

La evaluación económica financiera se verá a detalle en el capítulo posterior. La inversión inicial, necesaria para el desarrollo tecnológico de la implementación (periodo 0 de 5 meses de duración) se detalla en la siguiente tabla:

Costos de implementación	Cantidad	Monto	Meses	
--------------------------	----------	-------	-------	--

Programador Front End	1	S/5,000.00	5	25,000.00
Programador Back End	1	S/5,000.00	5	25,000.00
Analista QA	1	S/6,000.00	2	12,000.00
Jefe de proyecto	1	S/7,000.00	5	35,000.00
Arquitecto Software	1	S/8,000.00	2	16,000.00
Especialista Blockchain	1	S/6,000.00	2	12,000.00
				125,000.00

*Tabla 7. Presupuesto del Proyecto*

**En resumen, el presupuesto inicial del proyecto asciende a S/. 125,000.00**

▪ **Roles y Responsabilidades**

<b>Rol / Responsabilidad</b>	<b>Descripción</b>
P	Persona Responsable Primario de ejecutar la actividad.
S	Persona con alguna responsabilidad secundaria sobre la ejecución de la actividad.

*Tabla 8. Roles y Responsabilidades en El Proyecto*

<b>Actividad</b>		<b>Roles / Responsabilidades</b>					
<b>ID</b>	<b>Actividad</b>	<b>Especialista en Blockchain</b>	<b>Usuario líder</b>	<b>Jefe de proyecto</b>	<b>Programador</b>	<b>Analista QA</b>	<b>Arquitecto de Software</b>
1	Plan de Proyecto		S	P			
2	Análisis de procesos	S	P			P	
3	Análisis de requerimientos funcionales	S	S			P	P

4	Arquitectura y Documentación técnica de componentes	S			S	S	P
5	Implementación Blockchain	P	S		P	S	S
6	Manuales de instalación y configuración	S	S		S		P
7	Informes mensuales de avance		S	P			
8	Bitácora de riesgos e ítems críticos		S	P		S	
9	Manuales de usuario	S	S		S	P	
10	Actas de aprobaciones de entregables		S	P			
11	Acta de cierre		S	P			

*Tabla 9. Matriz de Asignación de Responsabilidades*

▪ **Gestión de Riesgos**

Se tiene identificado que existen riesgos en el proyecto, que tiene un nivel de probabilidad e impacto determinado que se tendrá que aceptar, transferir, mitigar o evitar. Por ello se va utilizar la matriz de probabilidad e impacto siguiente:



*Figura 28. Guía de Matriz de Riesgos*

Riesgo	Probabilidad (P)	Impacto (I)	P x I
Falta de recursos capacitados.	3	10	30
Cambio de legislación para la emisión de certificados de estudio o afines.	2	5	10
Alta rotación de personal	3	3	9
Cambios en los procesos de emisión de certificados.	2	5	10
Resistencia al cambio	4	3	12

*Tabla 10. Matriz de Riesgos del Proyecto*

Importante señalar que, dentro de la evaluación de probabilidad por impacto, los riesgos que se deben evitar son la falta de recursos ya que sin ellos no se podría dar continuidad al proyecto.

### 5.3.3. Fase de Ejecución

En esta fase tiene como objetivo gestionar el avance del proyecto de acuerdo con las actividades indicadas en el plan de dirección de proyectos (PDP), así como la evolución de consumo de los recursos, presupuesto y cronograma.

En esta etapa también se consideran las actividades propias de la elaboración del producto. Estas etapas forman parte del alcance del producto que para su desarrollo e implementación están alineadas con la metodología del ciclo de vida de software de la ISO 12207: etapa de análisis, diseño, configuración, despliegue y monitoreo. Cada una de estas etapas serán ejecutadas por los miembros del equipo de proyecto.

### Sobre la NTP 12207:2016

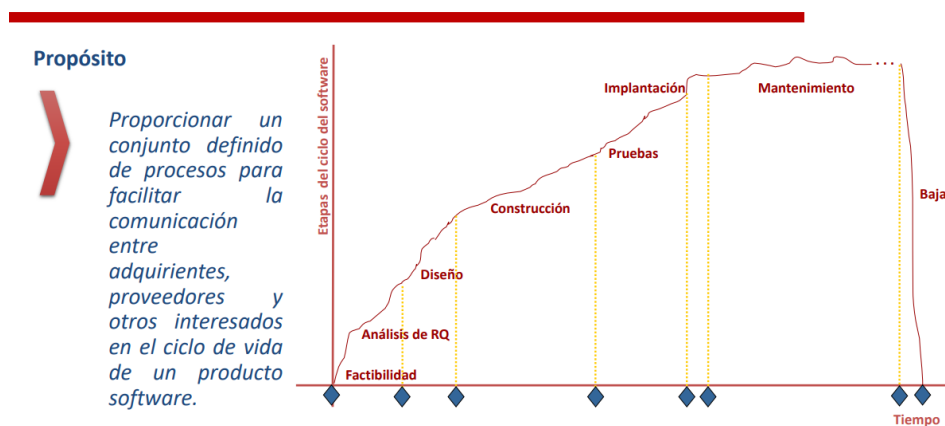


Figura 29. Fase de Ejecución

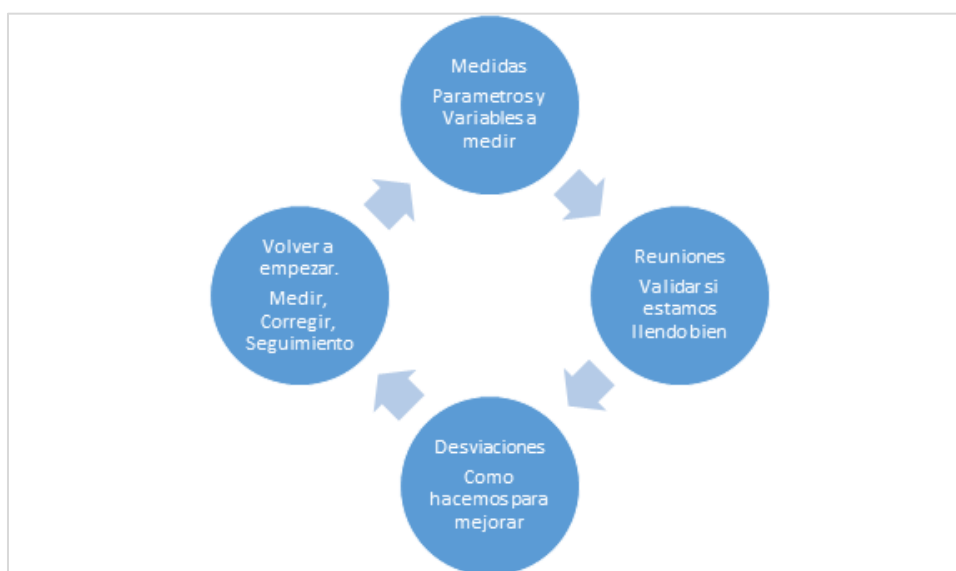
En esta fase, los proyectos basados en este modelo deben identificar los valores de las métricas principales para el seguimiento del proyecto, las cuales son:

- CPI: indicador de desempeño del costo.
- SPI: indicador de desempeño del cronograma.
- Informes de avance que especifique: diagrama de los hitos, actividades pendientes, en curso, terminados, cantidad de solicitudes de cambio, línea base actual, identificación de riesgos y/o problemas con fecha esperada de término de la acción de respuesta y responsable asignado.

Cabe resaltar que se llevarán a cabo reuniones de comité de proyecto conformado por la Oficina de Gestión de Proyecto del Minedu, Patrocinador e interesados claves con una frecuencia semanal y se presentará el informe de avance del proyecto. Al finalizar, se generará el acta de reunión con los acuerdos tratados.

### 5.3.4. Fase de Seguimiento y Control

Se realiza durante toda la etapa de proyecto, el monitoreo nos permite analizar e identificar posibles desviaciones y las áreas de mejora que pueden retroalimentar el plan de dirección de proyecto o la ejecución. Se va a considerar los informes de avance de desempeño del proyecto durante la ejecución y el informe de monitoreo que abarca todo el proyecto de inicio a fin. Como parte del proceso de monitoreo se plantea seguir la siguiente ruta:



*Figura 30. Fase de Seguimiento y Control*

### 5.3.5. Fase de Cierre

En esta última fase se formalizan los entregables del proyecto. Se documenta cada una de las etapas y se recibe la aceptación formal del proyecto. Asimismo, se comunica a todas las áreas

involucradas la finalización de la implementación y se procede con la liberación de los recursos que formaron parte del trabajo.

Se registran las lecciones aprendidas que podrá utilizar para nuevos proyectos para mejora continua y los que sean relacionados a la tecnología Blockchain en otros procesos y productos.

Es por ello que la tecnología propuesta va a permitir la emisión de los certificados de estudios de documentos oficiales. Es importante precisar que es importante la implementación para lograr asegurar la veracidad de los certificados que reconoce al estudiante sus logros académicos. La tecnología apoya el proceso para que los registros sean seguros y auténticos. Además, dentro de la emisión de certificados, estos documentos serán imposibles de falsificar, manipular y se guardará la información histórica en las redes de blockchain.

## **6. CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MODELO DE IMPLEMENTACIÓN**

Este capítulo busca precisar la viabilidad y factibilidad del modelo expuesto para la entrega de certificados de estudio usando Blockchain. Se efectúa un análisis de costos sin proyecto y con proyecto y se interpretan los resultados de VAN y TIR.

Para este fin, se toma como referencia los gastos del proceso actual de la emisión de certificados de estudios de colegios públicos y se contrastan con la rentabilidad de la implementación propuesta, para un número determinado de colegios. El VAN y TIR nos permitirá demostrar la viabilidad del modelo, respaldando la inversión inicial y la inversión operativa.

### **6.1. Costos Proceso Actual para la Emisión de los Certificados de Estudios**

Para realizar la siguiente estimación se ha tomado como referencia el flujo de costos administrativos y tecnológicos que conlleva el proceso de emisión de certificado de estudios para colegios públicos secundarios en Lima Metropolitana.

### 6.1.1. Costos Fijos

En los costos fijos hemos considerado los gastos promedios administrativos en un año para un solo colegio secundario de Lima Metropolitana, así como las remuneraciones promedio del personal administrativo involucrado en la emisión de certificados de estudios. En los siguientes cuadros podemos apreciar que el monto anual asciende a S/ 8, 976.88.

N°	Recursos	Costo x Und.	Cantidad	Costos S/.	Frecuencia al año	Total, en Soles
1	Hojas A4 bond (millar)	S/15.00	10	S/150.00	1	S/150.00
2	Alquiler Impresora (Anual)	S/1,200.00	1	S/1,200.00	1	S/1,200.00
3	Tintas de impresora	S/80.00	12	S/960.00	1	S/960.00
4	PC intel i7 12GB 1TB disco	S/3,000.00	1	S/3,000.00	0.333	S/1,000.00
5	Bolígrafos	S/5.00	12	S/60.00	1	S/60.00
6	Office365 licencia	S/130.00	1	S/130.00	1	S/130.00
7	Antivirus McAfee licencia	S/90.00	1	S/90.00	1	S/90.00
8	Windows 10 licencia	S/55.00	1	S/55.00	1	S/55.00
9	Internet 50GB	S/120.00	1	S/120.00	12	S/1,440.00
10	Director de la IE	S/5,000.00	1	S/5,000.00	0.01	S/50.00
11	Personal administrativo de la IE	S/3,500.00	1	S/3,500.00	1	S/3,500.00
12	Coordinador Oficina Minedu	S/8,000.00	0.000950	S/7.60	12	S/91.17
13	Asistente administrativo Oficina Minedu	S/3,500.00	0.001899	S/6.65	12	S/79.77
14	Especialista Ugel	S/8,000.00	0.000950	S/7.60	12	S/91.17
15	Asistente administrativo Ugel	S/3,500.00	0.001899	S/6.65	12	S/79.77
<b>TOTAL:</b>						<b>S/8,976.88</b>



*Tabla 11. Costo promedio anual de un Colegio en Lima Metropolitana para la Emisión de Certificados de Estudio*

<b>Evaluación Financiera</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
años	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Costos Proceso Actual (1 IE)		<b>S/8,976.88</b>	S/9,246.00	S/9,524.00

*Tabla 12. Costo referencial del Promedio anual de un Colegio en Lima Metropolitana*

## **6.2. Costos Proceso Propuesto para la Emisión de los Certificados de Estudios**

En este punto se detallan los costos de implementación del modelo propuesto para la emisión de certificados de estudios. Se consideran los costos en personal, licencias y soporte.

### **6.2.1. Inversión Inicial para la Implementación**

Se propone una inversión inicial de S/ 125, 000 en el año 0 para el desarrollo tecnológico del modelo propuesto, abarcando costos del personal especializado y teniendo en cuenta que estos harán uso de las instalaciones físicas y ambientes virtuales de desarrollo provistos por MINEDU.

<b>Costos de implementación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Monto</b>	<b>Meses</b>	<b>Monto</b>
Programador Front End	1	S/5,000.00	5	S/25,000.00
Programador Back End	1	S/5,000.00	5	S/25,000.00
Analista QA	1	S/6,000.00	2	S/12,000.00
Jefe de proyecto	1	S/7,000.00	5	S/35,000.00
Arquitecto Software	1	S/8,000.00	2	S/16,000.00
Especialista Blockchain	1	S/6,000.00	2	S/12,000.00
			<b>TOTAL:</b>	<b>S/125,000.00</b>

*Tabla 13. Inversión para la Implementación*

## 6.2.2. Inversión Operativa

Para determinar los gastos de operación a partir del año 1, se analizan los costos de los principales proveedores del mercado que ofrecen el servicio de tercerización de Blockchain de Bitcoin, que proveerá el core sobre el que se habrá desarrollado el modelo. De este cuadro podemos concluir que la oferta más conveniente para la implementación es la de CoinAPI, con un costo anual de S/ 26, 640.

<b>Proveedores de Blockchain API</b>	<b>CoinAPI - REST</b>	<b>NowNodes</b>	<b>CoinMarketCap</b>
Tipo de Blockchain	Privada	Privada	Privada
Tipo de Conexión	API Rest	API Rest	API Rest
Blockchain donde Registra	Bitcoin, Ethereum	Bitcoin, Ethereum	Bitcoin, Ethereum
Formatos aceptados	Todos los formatos	Todos los formatos	Todos los formatos
Ancho de banda	100k peticiones al día	100M peticiones al mes	3M peticiones al mes
<b>Costo mensual (S/)</b>	<b>S/2,220.00</b>	<b>S/2,100.00</b>	<b>S/2,220.00</b>
<b>Costo Anual (S/)</b>	<b>S/26,640.00</b>		

*Tabla 14. Comparación de Proveedores de Blockchain*

En los siguientes cuadros se detallan los costos adicionales asociados al personal de soporte, licencias, y dominio que soportarán la implementación final. Estos suman un costo operativo anual de S/ 80, 240.

<b>Costo Virtual Server IBM Cloud</b>	<b>Costos</b>
Costo Máquina Virtual IBM Cloud Anual (\$)	S/ 4,000.00
<b>Costo Anual (S/)</b>	<b>S/ 15,200.00</b>

*Tabla 15. Costo de Virtual Server IBM Cloud*

Costos de Soporte	Cantidad	Monto	Meses	Monto
Dominio Web	1	S/100.00	12	S/1,200.00
Licencias (SQL server, front-end, back-end)	1	S/100.00	12	S/1,200.00
Personal de Soporte	1	S/3,000.00	12	S/36,000.00
Proveedores de Blockchain API	1	S/2,220.00	12	S/26,640.00
Costo Virtual Server IBM Cloud	1	/15,200.00	1	S/15,200.00
				S/80,240.00

*Tabla 16. Lista de Costos de Operación anual*

### 6.3. Evaluación Financiera del Proyecto

A continuación, presentamos la evaluación financiera total del proyecto. Para este propósito, presentaremos la proyección de flujo de caja, cuyo supuestos a considerar son:

- Horizonte de evaluación de 3 años.
- Inversión inicial en el año 0 para el desarrollo tecnológico del modelo.
- Inversión operativa a partir del año 1 para el soporte del modelo desarrollado.
- Costos sin proyecto estimados en base a una sola institución educativa, los costos generales de UGEL se prorratearon unitariamente.
- Costos del proyecto estimados según detalle.
- Proyección de beneficios proveniente del ahorro en costos de la situación "sin proyecto".
- Se asume inflación anual de 3%.
- Se asume un crecimiento de demanda de 5% anual.
- Supuesto de depreciación/amortización del software a 3 años vista.
- La tasa de impuesto efectivo se calcula asumiendo 10% de utilidad de trabajadores.
- Se asume un 10% del costo total como valor de reventa para el valor terminal.
- Se utiliza el modelo CAPM para estimar el costo de capital, los parámetros de entrada son correspondientes al sector "Software (System & Application)".

En la tabla 17 se presenta la proyección de flujo de caja. Es importante recalcar que se utiliza una metodología de ahorro, poniendo en contraste la situación sin proyecto versus la situación con proyecto. Como se puede ver entre la línea 5 y 6 de la tabla, es más barata la situación con proyecto que sin proyecto desde el año 1, pues se dejan de utilizar recursos que, con la solución, dejan de ser necesarios. A partir de la línea 6, restando los costos del proyecto y su depreciación, obtenemos la utilidad antes de impuestos en la línea 8. A esto, restamos los impuestos como se ve en la línea 9 y obtenemos nuestra utilidad neta. Despejamos la depreciación y obtenemos nuestro flujo de caja operativo en la línea 12. Luego observando el año 0 y considerando la inversión inicial de S/ 125,000, obtenemos el flujo de caja económico. Sabemos que el Beneficio Neto actualizado lo obtenemos con los valores a partir del año 1 de la línea 14 y el de la tasa de de capital promedio ponderado WACC 23,1%. A este valor le restamos la inversión inicial de S/ 125,000 y obtenemos finalmente el VAN positivo.

Esto en resumen, quiere decir que es rentable invertir en el proyecto. La tasa TIR 24,6% nos confirma esto, pues es mayor a la tasa de descuento 23,1%, lo cual quiere decir que se esperaba ganar 23,1% y se terminará ganando 24,6%.

1	<b>Evaluación Financiera</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	
2	años	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>VT</b>
3	Costos sin proyecto (1 IE)		8,977.00	9,246.00	9,524.00	
4	Demanda estimada (Q IE)		16	17	18	
5	Costos sin proyecto		143,630.00	155,336.00	167,996.00	
6	Costos con proyecto		80,240.00	82,647.00	85,127.00	
7	- Depreciación		41,667.00	41,667.00	41,667.00	
8	UAIT = EBIT		21,723.00	31,022.00	41,203.00	12,500.00
9	- Impuestos 32%		7,049.00	10,067.00	13,370.00	4,056.00
10	Utilidad neta		14,674.00	20,955.00	27,832.00	8,444.00
11	+ Depreciación		41,667.00	41,667.00	41,667.00	
12	<b>Flujo de caja operativo</b>		<b>56,341.00</b>	<b>62,622.00</b>	<b>69,499.00</b>	<b>8,444.00</b>
13	<b>Gastos netos de capital</b>	<b>-125,000.00</b>				

14	<b>Flujo de caja económico</b>	<b>-125,000.00</b>	<b>56,341.00</b>	<b>62,622.00</b>	<b>69,499.00</b>	<b>8,444.00</b>
15	<b>VAN</b>	<b>2.998</b>				
16	<b>TIR</b>	<b>24,6%</b>				

*Tabla 17. Evaluación financiera del Proyecto*

<b>N° IE estimadas</b>			
<b>Escenario actual</b>	<b>E. pesimista</b>	<b>E. realista</b>	<b>E. optimista</b>
16	10	20	50

*Tabla 18. Escenarios para la Implementación según el Número de IEs beneficiadas*

Rf	2.59%
b	1.14
Prima de riesgo	16.47%
Rp	1.58%
COK	<b>23.0%</b>

*Tabla 19. Beta Promedio sin Apalancamiento*

E/(D+E)	94.63%
D/(D+E)	5.37%
Costo de deuda	38%
Impuestos 32%	32%
Coste de deuda (neto)	26%
WACC	<b>23.1%</b>

*Tabla 20. Detalle de la Tasa de Descuento*

Inflación esperada	3%
Crecimiento de demanda	5%

Tabla 21. Inflación y Crecimiento esperado










<b>Préstamo Libre Disponibilidad</b> 	S/ 2,229.12	10.50% (hasta 41.20%)	11.67%	S/ 53,499	S/ 10.00	0.051%	<b>Lo quiero</b> 
<small>(Solo este mes! Obtén tu Préstamo Online y gana una camiseta original de la selección ¡Son 60 ganadores!)</small>							
<b>Préstamo Efectivo</b> 	S/ 2,306.31	14.00% (hasta 45.00%)	15.52%	S/ 55,351	S/ 10.00	0.075%	<b>Lo quiero</b> 
<b>Crédito Personal Efectivo</b> 	S/ 2,739.12	36.00%	38.03%	S/ 65,757	S/ 10.00	0.090%	<b>Lo quiero</b> 
<small>Solicítalo online. No requiere evaluaciones. Sin colas, tramites etc. Recibe el dinero en tu cuenta de inmediato.</small>							
<b>Préstamo Personal</b> 	S/ 2,126.72	5.00% (hasta 34.00%)	6.71%	S/ 51,081	S/ 10.00	0.090%	
<b>Crédito Efectivo</b> 	S/ 2,278.43	12.55% (hasta 69.00%)	13.62%	S/ 54,682	S/ 0.00	0.080%	
<b>Préstamo Efectivo</b> 	S/ 2,279.01	12.90%	14.10%	S/ 54,696	S/ 9.00	0.056%	

Figura 31. Comparación entre Opciones de Créditos bancarios

## 7. CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Para la implementación propuesta de Blockchain en el proceso de certificados de estudios en las Instituciones Educativas de gestión pública de la modalidad de educación básica regular del nivel secundaria en Lima Metropolitana, se utilizó la metodología de gestión de proyectos de la guía del PMI y, con el objetivo de demostrar su viabilidad, se determinó un periodo de desarrollo tecnológico de 5 meses con una inversión inicial de S/125,000.
2. Se ha determinado que, como mínimo, se requiere que la propuesta sea implementada en 16 Instituciones Educativas para que el resultado de la evaluación económica tenga un VAN positivo con 24.6% de rentabilidad, con un periodo de recuperación de 3 años. Al evidenciar que el VAN es mayor a cero, se concluye que el proyecto es viable.
3. El uso enfocado de nuevas tecnologías en el sector educación, como Blockchain, no solo ayudará a reducir tiempos y costos de los procesos actuales, sino que impulsará su modernización y estimulará el uso de estas tecnologías en nuevos sectores.

4. Se recomienda escalar progresivamente el modelo propuesto, hasta abarcar el total de Instituciones Educativas de Nivel Secundario en Lima Metropolitana, puesto que, según el análisis llevado a cabo en este trabajo, esta área cuenta con una mejor infraestructura tecnológica y con un entorno sociocultural favorable. Para su escalamiento en el resto de las regiones, recomendamos un análisis sobre el entorno actual de cada región previo a su potencial implementación.
5. Se recomienda que, para las próximas investigaciones en el sector educativo nacional, se investigue sobre un modelo de emisión de certificados para todos los niveles de educación en el Perú a fin de estandarizar y unificar estos procesos.
6. Se recomienda considerar y valorar el involucramiento de los altos funcionarios del MINEDU y del personal administrativo de las Instituciones Educativas, a fin de lograr una oportuna sensibilización acerca de las oportunidades que ofrecen tecnologías como Blockchain.

## 8. CAPÍTULO 8: Referencias Bibliográficas

1. Giones-Valls, A. y Serrat-Brustenga, M. (2010). La gestión de la identidad digital: una nueva habilidad informacional y digital. BiD: Textos universitarios de biblioteconomía y documentación 24, 1-15. Recuperado de <http://www.ub.edu/bid/24/giones2.html>
2. Hernández, Fernández y Baptista. (2010). Metodología de la investigación: Tipo de Investigación. Recuperado de <http://www.pucesi.edu.ec/webs/wp-content/uploads/2018/03/Hern%C3%A1ndez-Sampieri-R.-Fern%C3%A1ndez-Collado-C.-y-Baptista-Lucio-P.-2003.-Metodolog%C3%ADa-de-la-investigaci%C3%B3n.-M%C3%A9xico-McGraw-Hill-PDF.-Descarga-en-l%C3%ADnea.pdf>
3. MINCOTUR. (2017, febrero). La Blockchain: Fundamentos, Aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. Recuperado de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/405/DOLADER,%20BEL%20Y%20MU%C3%91OZ.pdf>
4. Cecilia Pastorino. (2018, Setiembre). Blockchain: qué es, cómo funciona y cómo se está usando en el mercado. Recuperado de <https://www.welivesecurity.com/es/2018/09/04/blockchain-que-es-como-funciona-y-como-se-esta-usando-en-el-mercado/>
5. Jorge Corredor. (2018). Blockchain y mercados financieros: aspectos generales del impacto regulatorio de la aplicación de la tecnología blockchain en los mercados de crédito de América Latina. Recuperado de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S0251-34202018000200013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S0251-34202018000200013&script=sci_arttext)
6. Jorge Corredor. (2018). Blockchain y mercados financieros: aspectos generales del impacto regulatorio de la aplicación de la tecnología blockchain en los mercados de crédito de América Latina. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5336/533657309013/html/index.html>



7. JaeShup Oh. (2017). A case study on business model innovations using Blockchain: focusing on financial institutions. Recuperado de <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/APJIE-12-2017-038/full/html>
8. Lukman Adewale Ajao. (2019). Crypto Hash Algorithm-Based Blockchain Technology for Managing Decentralized Ledger Database in Oil and Gas Industry. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2571-8800/2/3/21/htm>
9. Alex Preukschat. (2017): Los tipos de Blockchain: públicas, privadas e híbridas. Recuperado de <https://www.inetum.com.es/es/blog/Post/Los-tipos-de-Blockchain-publicas-privadas-e-hibridas-y-II/>
10. W. Viriyasitavat, L. D. Xu, Z. Bi and V. Pungpapong. (2019), "Blockchain and Internet of Things for Modern Business Process in Digital Economy—the State of the Art," in *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, vol. 6, no. 6, pp. 1420-1432, Dec. 2019, doi: 10.1109/TCSS.2019.2919325.
11. Ley N° 29733. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 30 de junio de 1986.
12. Gomez Lasala, I. (2018). Blockchain. La revolución de la industria. Escola Técnica Superior D'Enginyeria Industria de Barcelona. Pag. 48-49
13. Isabel Pérez (2021). Blockchain: bloques, transacciones, firmas digitales y hashes. Recuperado de <https://www.criptonoticias.com/criptopedia/blockchain-bloques-transacciones-firmas-digitales-hashes/#Transacciones>
14. Oliveros Coral, Diego (2018). Revisión sistemática del uso de blockchain en datos clínicos y su aplicación en Colombia (Trabajo de grado). Universidad Católica de Colombia, Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22426/1/REVISI%C3%93N%20SISTEM%C3%81TICA%20DEL%20USO%20DE%20BLOCKCHAINS%20EN%20DATOS>

[%20CL%C3%8DNICOS%20Y%20SU%20APLICACI%C3%93N%20EN%20COLOMBIA\\_624906\\_2018\\_11\\_18.pdf](#)

15. Irene Vasilachis de Gialdino. (2006): Estrategias de investigación cualitativa. Recuperado de <https://jbposgrado.org/icuali/investigacion%20cualitativa.pdf>
16. Blockchain. (2022). API de datos de Blockchain. Recuperado de [https://www.blockchain.com/es/api/blockchain\\_api](https://www.blockchain.com/es/api/blockchain_api)
17. DiNicola, G. (2021). “Terminá tus estudios”: la promesa de los falsificadores que vendían títulos y certificados analíticos por Internet. Recuperado de <https://www.lanacion.com.ar/seguridad/termina-tus-estudios-la-historia-de-los-falsificadores-que-vendian-titulos-analiticospor-internet-nid16072021/>
18. MINEDU. (2021). Plataforma digital única del Estado Peruano. Recuperado de <https://www.gob.pe/11745-certificado-de-estudios-emision-y-duplicado-obtener-primera-emision-o-duplicado-del-certificado-oficial-de-estudios-desde-el-ano-1986>
19. UGEL. (2015). Minedu Habilita Plataforma virtual para obtener certificado de estudios secundarios. Recuperado de <https://www.ugel04.gob.pe/component/k2/item/2351-minedu-habilita-plataforma-virtual-para-obtener-certificado-de-estudios-secundarios>
20. UGEL. (2022). Conozca en qué consiste el nuevo formato del certificado de estudios (CE). Recuperado de <https://www.ugel01.gob.pe/noticia/conozca-en-que-consiste-el-nuevo-formato-del-certificado-de-estudios-ce/>