







**Modelo de Implementación del Proceso de Emisión de Grados y Títulos Digitales  
mediante el uso de la Tecnología Blockchain en Universidades de Lima Metropolitana**

Tesis presentada en satisfacción parcial de los requerimientos para obtener el grado de  
Magíster en Administración por:

APARCO FERNANDEZ, Ricardo Vladimir	 _____
CANCHAYA ESTEBAN, Julio Andree	 _____
MURILLO GARCIA, Albert Seymour	 _____
ROBLES LUNA, Antonio Javier	 _____

Programa de Maestría en Administración a Tiempo Parcial 65

Surco, 12 de Enero de 2021

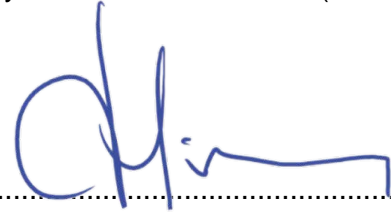
Esta tesis:

Modelo de Implementación del Proceso de Emisión de Grados y Títulos Digitales mediante el uso de la Tecnología Blockchain en Universidades de Lima Metropolitana

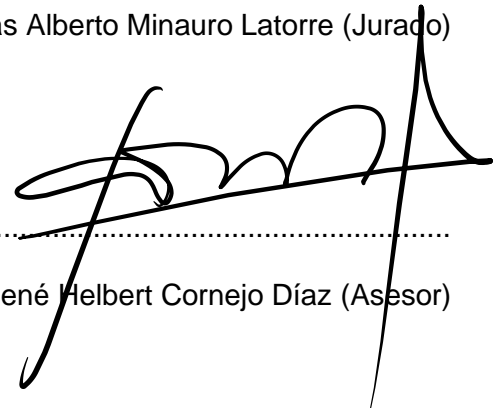
ha sido aprobada



.....  
Eddy Alberto Morris Abarca (Jurado)



.....  
Tomás Alberto Minauro Latorre (Jurado)



.....  
René Helbert Cornejo Díaz (Asesor)

Universidad ESAN

2021

A mis padres y hermanas por apoyo incondicional.

*Ricardo Vladimir Aparco Fernandez*

A mis padres, a mis hermanas y a mi abuelo Víctor Esteban por su incondicional apoyo en mi desarrollo profesional.

*Julio Andree Canchaya Esteban*

A mis padres, hermanos e hijo.

*Albert Seymour Murillo García*

A mi familia, amigos y colegas.

*Antonio Javier Robles Luna*

## **Ricardo Vladimir Aparco Fernandez**

Ingeniero Industrial, MBA Candidate 2020, interesado en realización y seguimiento de proyectos, control presupuestal y sistemas integrados de gestión. Indicadores claros de liderazgo, proactividad y habilidades para trabajar en equipo, con más de seis (06) años de experiencia en el sector financiero y sólidos conocimientos de modelos de gestión y metodologías de mejora de procesos.

### **EXPERIENCIA LABORAL**

09/2017 – Actualidad

#### **BANCO DE CREDITO DEL PERU - BCP**

Subgerencia de Administración de Inmuebles

Controller Financiero y de Gestión de Inmuebles

- Responsable de los procesos de presupuesto, reporting, forecast y controlling de los gastos generales a nivel nacional de las cuentas contables de alquileres de inmuebles (USD 130 MM), proponiendo mejoras integrales en su gestión.
- Analizar variaciones presupuestales y tendencias de las cuentas contables con la finalidad de identificar oportunidades de ahorro y/o gasto evitado, aportando al cumplimiento de las metas propuestas por la Gerencia.
- Atender auditorías internas/externas relacionadas a partidas pendientes y normas financieras, estableciendo planes de acción y mejoras en los procesos que permitan su correcto seguimiento y gestión.
- Monitorear y reportar los KPIs de la Subgerencia de Administración de Inmuebles, así como elaborar reportes para comités que ayudan a la Gerencia a la toma de decisiones.
- Analizar y brindar soluciones a requerimientos de clientes externos e internos relacionados a la administración de los inmuebles a nivel nacional.

#### **Logros Obtenidos:**

- Participé en la implementación de la Norma "NIIF 16: Arrendamientos" para los contratos de alquileres de locales, así como en la elaboración de la política del Banco: "Tratamiento Contable de Arrendamientos Operativos - BCP (NIIF 16)" para el cumplimiento de la misma, implementando medidas de control y mejoras en el proceso de controlling de gastos de las cuentas contables.

- Identifiqué, analicé y reporté el gasto evitado de las cuentas contables de alquileres, representando un ahorro frente al presupuesto de alrededor de S/. 2.7 MM. Aportando, de esta manera, con el objetivo del cost avoidance de nuestra Gerencia de División de S/. 12.0 MM con alrededor del 23.0%.

06/2015 – 08/2017

**BANCO DE CREDITO DEL PERU - BCP**

Subgerencia de Control Interno

Senior de Control Interno

- Desarrollar, analizar y gestionar KPIs de los procesos principales de las diferentes unidades de la Gerencia de Administración, implementando medidas de control para su cumplimiento.
- Levantar, diseñar y rediseñar procesos claves, analizando brechas (factores críticos: personas, tecnologías de información, herramientas y controles existentes) e identificando oportunidades de mejora para reducir tiempo ciclo y horas invertidas.
- Formular, gestionar y liderar proyectos de mejoras, empleando diversas herramientas de gestión que aseguren un correcto balance entre la carga de trabajo y demanda, asegurando niveles de aceptación óptimas.
- Responsable de liderar los comités de seguimiento a la gestión (agencias nuevas, remodelaciones mayores/menores, ATMs entre otros) dando visibilidad a los retrasos, identificando problemas y riesgos, y coordinando las acciones a tomar con las Gerencias responsables.

**Logros Obtenidos:**

- Desarrollé, automatice e implementé el proyecto de mejora: “Plantilla de Carga y Productividad” de la diferentes Gerencia de Administración que permite realizar el seguimiento de los proyectos/servicios y planificar los próximos inicios. De esta manera, se disminuyó el tiempo de procesamiento de las bases en un 30.0% aproximadamente.
- Obtuve el reconocimiento de “Camiseta GECOSA” por el desempeño demostrado en los diferentes proyectos liderados, los cuales facilitaban el modelo de gobierno y el proceso de toma de decisiones en las diferentes Gerencias.

08/2014 – 05/2015

**BANCO DE CREDITO DEL PERU - BCP**

Subgerencia de Gestión de la Calidad

Analista de Calidad

- Levantar, analizar, elaborar y difundir los documentos relacionados al Sistema de Gestión de la Calidad de la Gerencia de Servicios Compartidos, identificando oportunidades de mejora, impacto en el negocio y necesidades del cliente interno/externo.
- Planificar y realizar auditorías internas de procesos para identificar los incumplimientos a los requisitos que puedan impactar la continuidad operativa de la Gerencia de Servicios Compartidos; generando alertas que permitan la toma de decisiones mediante la ejecución de acciones correctivas y/o preventivas.
- Proponer, gestionar e implementar proyectos de mejoras, empleando diversas herramientas (herramientas de calidad, Lean, Six Sigma, PDCA, 5's entre otras) en los procesos de la Gerencia de Servicios Compartidos que afectan a los clientes internos/externos.
- Implementar y mantener el sistema de monitoreo de la calidad de servicio de la Gerencia de Servicios Compartidos, orientado a la eficiencia y satisfacción del cliente interno/externo, integrándose con los criterios de control de riesgos y costos.

#### **Logros Obtenidos:**

- Desarrollé (empleando la metodología PDCA), automatice e implementé el proyecto de mejora: “Planilla de pagos a Empresas Operadoras de la Gerencia de Mantenimiento” obteniendo una reducción de tiempo (aprox. 20,0%) en la aprobación de los Supervisores de Mantenimiento y un flujo continuo entre los diferentes involucrados.
- Diseñe y elabore la plantilla de productividad, utilizada en todas las Subgerencias pertenecientes a la Gerencia de Servicios Compartidos, para identificar las funciones desempeñadas por todos los colaboradores y comparar su capacidad nominal versus la real con la finalidad de aumentar su eficiencia y eliminar tiempos muertos.
- Participé y llevé a cabo auditorías internas en diferentes procesos de Gerencia de Gestión de Activos, identificando puntos de mejora, que se convirtieron en proyectos de mejora, y cambios en los procesos evitando una potencial no conformidad en las auditorías externas realizadas al Banco (Proceso de Etiquetado de Activos Fijos).

#### **ESTUDIOS UNIVERSITARIOS**

08/2018-08/2020

**ESAN | Graduate School of Business**

MBA

07/2008-07/2014

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

Ingeniería Industrial (Grado Titulado)

## **ESTUDIOS DE POSTGRADO O ESPECIALIZACIÓN**

10/2014 – 05/2015

**INSTITUTO PARA LA CALIDAD – PUCP**

Diplomado Internacional de Especialización Avanzada Lean Six Sigma - Green Belt

01/2014 – 04/2014

**CENTRUM CATOLICA**

Programa de Educación para Ejecutivos EdEx: Gestión y Mejoramiento de Procesos

08/2013 – 11/2013

**INSTITUTO PARA LA CALIDAD – PUCP**

Curso de Especialización en Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9001

01/2013 – 03/2013

**INFOPUC – PUCP**

MS Excel Avanzado: Macros (Lenguaje VBA)

08/2012 – 11/2012

**INSTITUTO PARA LA CALIDAD – PUCP**

Curso de Especialización en Gerencia de Proyectos y Calidad (PMI)

## **IDIOMAS**

Inglés

Instituto Cultural Peruano Norteamericano (Intermedio)

## **JULIO ANDREE CANCHAYA ESTEBAN**

Ingeniero Electricista colegiado CIP N° 131093, soy un profesional con 10 años de experiencia en Mantenimiento (electromecánico e infraestructura), supervisión de proyectos eléctricos y manejo de CAPEX y OPEX. Experiencia gestionando el mantenimiento en los sectores Bancario, Edificios Corporativos, Centros Comerciales, Transporte, Concesionario Automotriz y Sector Industrial.

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL**

#### **DERCO PERÚ S.A.**

##### **Jefe de Mantenimiento**

**Enero 2019 - Actualidad**

Funciones:

- Encargado del mantenimiento preventivo y correctivo electromecánico e infraestructura de 40 tiendas a nivel nacional, 7 talleres y 02 Plantas Industriales ubicados en KLO Lurín.
- Supervisión de proyectos electromecánicos e infraestructura de todas las sedes. Manejo de los presupuestos CAPEX (inversiones) y OPEX (gasto) anuales.
- Encargado de Obras Menores de infraestructura y electromecánicas.
- Manejo de ERP - SAP en compras de servicios generales y mantenimiento.
- Elaboración de Términos de Referencia para Licitaciones de mantenimiento y servicios generales.
- Manejo de indicadores de gestión.
- Manejo de personal técnicos y proveedores.

#### **CONCAR S.A | GRUPO GRAÑA Y MONTERO**

##### **Supervisor de Mantenimiento**

**Abril 2017 - Diciembre 2018**

Funciones:

- Supervisor de Mantenimiento de la infraestructura y equipos electromecánicos de 26 estaciones y 02 Plantas Industriales de la Línea 1 del Metro de Lima
- Supervisión de mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas contra incendio bombas jockey, motobombas, gabinetes, estaciones manuales, paneles, sensores y luces estroboscópicas.



- Manejo de los presupuestos CAPEX (inversiones) y OPEX (gasto) anuales.
- Desarrollo los KPI e indicadores de gestión y económicos.
- Coordinación con los representantes de organismos supervisores (OSITRAN, INDECI, AATE, etc.).
- Manejo de personal técnico y proveedores de diferentes especialidades.
- Elaboración de términos de referencia para licitaciones y trabajos internos delegados al área de compras logística.
- Control de inventarios de los activos de la empresa.

## **TGESTIONA**

### **Supervisor de Mantenimiento**

**Agosto 2015 - Marzo 2017**

Funciones:

- Supervisor de mantenimiento en el contrato de Tgestiona – Banco de la Nación)encargado de la gestión y supervisión de 103 AGENCIAS EN LIMA NORTE DEL BANCO DE LA NACIÓN. Manejo de proveedores de diferentes especialidades y 07 técnicos de mantenimiento. Solicitudes de cotizaciones y delegaciones de las Órdenes de Compra para los proveedores de diferentes especialidades.  
Supervisión de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema contra incendio bombas jockey, motobombas, gabinetes, estaciones manuales, paneles, sensores y luces estroboscópicas.
- Inspección de Agencias en Lima y Provincias del Norte de Lima proponiendo mejoras de la infraestructura y verificación del óptimo funcionamiento de los equipos.
- Gestión y coordinación para las Inspecciones de INDECI en las Agencias del Banco de la Nación
- Manejo del Software de mantenimiento EDI

## **BANCO INTERAMERICANO DE FINANZAS- BANBIF**

### **Supervisor de Mantenimiento**

**Mayo 2012 - Julio 2015**

Funciones:

- Responsable del mantenimiento y Servicios Generales en la SEDE CENTRAL DE 15 PISOS y 90 AGENCIAS EN LIMA Y PROVINCIAS DEL BANCO INTERAMERICANO DE FINANZAS – BANBIF en Lima y provincias.

- Manejo de los presupuestos CAPEX (inversiones) y OPEX (gasto) anuales.
- Elaboración de indicadores de gestión KPIs en la atención de incidencias, requerimientos y emergencias.
- Control de presupuesto anual del área de mantenimiento.
- Inspección de Locales en Lima y Provincias para el mejoramiento de la infraestructura y verificación del óptimo funcionamiento de los equipos.
- Desarrollo de proyectos de ahorro de energía y agua en la sede central y oficinas Programación del mantenimiento de equipos del DATA CENTER tanto en los UPS y Equipos de Aire Acondicionado de Precisión.
- Especialista en aprobaciones de Inspecciones de INDECI

## **REAL PLAZA**

### **Coordinador de Operaciones**

**Febrero 2011 - Abril 2012**

Funciones:

- Responsable del mantenimiento, Limpieza, Seguridad y parking en el Mall Real Plaza. Control del presupuesto anual del área de operaciones y saneamiento.
- Solicitudes de cotizaciones y delegaciones de las Órdenes de Compra para los proveedores de diferentes especialidades.
- Manejo de los presupuestos en CAPEX y OPEX para el mejoramiento del Centro Comercial.
- Elaboración de indicadores de gestión KPIs en la atención de incidencias, requerimientos y emergencias.
- Supervisor encargado de la recepción de obras y locales menores.
- Manejo de personal técnico de mantenimiento.
- Propuestas para desarrollo de proyectos para mejorar la infraestructura del Centro Comercial.

## **DELCROSA**

### **Asistente de Residente de Obra**

**Enero 2010 - Enero 2011**

Funciones:

- “CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN 138/23/10KV, 36/36/12MVA Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 138KV PARA PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PANAMERICANA SOLAR 20 TS”
- Supervisión en la instalación de equipos del patio de llaves (pararrayos, transformadores de tensión, seccionador de línea, Transformador de potencia,etc.)
- Supervisión en la instalación de los cables de fuerza y de control de la del patio de llaves hacia la sala eléctrica.
- Coordinación de la Ejecución y manejo de los frentes de Trabajo en Obra. Control de Avance de Obra, Valorizaciones, programación de actividades y realización de Informes Diarios. Revisión del Expediente de Ingeniería de detalle.

## **EDUCACIÓN**

- **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ**
  - Ingeniero Electricista
- **UNIVERSIDAD ESAN**
  - MBA, Transformación Digital
  - 2018 – 2020
- **UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ**
  - Disrupción digital
  - 2020 – 2020

## **IDIOMAS**

Español: Nativo

Inglés: Dominio Avanzado

## **ALBERT SEYMOUR MURILLO GARCIA**

MBA con más de 12 años de experiencia en Mejora continua (Lean six, six sigma, BPMn y TOC), Gestión SSOMAC (ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2015), Control Interno, Operaciones y Recursos humanos. Orientado hacia el logro de los objetivos organizacionales liderando proyectos multidisciplinarios

Habilidad para la toma de decisiones, comunicación efectiva, perseverancia en el logro de objetivos, facilidad de solución de problemas e identificación de oportunidades de mejora.

### **EXPERIENCIA**

#### **GRUPO ARUNTANI**

**Jefe Control Interno/Administración de Contratos (Encargado del área a nivel corporativo)  
Octubre 2018 – Actualidad**

Funciones:

- Responsable del cumplimiento de los procedimientos y la normativa legal aplicable a la organización
- Implementación de fichas técnicas, para la elaboración de contratos con proveedores y empresas relacionadas del grupo, para la administración de contratos (USD 800 mil)
- Liderazgo en la implementación de la transformación digital.
- Administración de contratos de empresas relacionadas, terceros y comunidades.
- Implementación de un modelo de gestión de conocimiento de la organización, que permita la adecuada identificación, estructuración y difusión de la documentación de procesos de la organización.
- Identificar e implementar los cambios en los procesos en función de las iniciativas propuestas por el negocio, o como resultado del análisis y proyección de cambios en la organización.
- Soporte al equipo y usuarios sobre metodologías ágiles, buenas prácticas y herramientas de análisis y mejora de procesos, como lean, TOC, entre otros.
- Realizar el planteamiento estratégico de formación de gestión por procesos a los diferentes roles, así como de lineamientos a toda la corporación.

Logros:

- Estandarizar las tarifas con los proveedores logrando reducir costos en (USD 1.1 MM).
- Liderazgo en la elaboración de procedimientos de la organización, reduciendo trabajos duplicados (USD 20 mil).
- Liderar la digitalización para el proceso de Administración de contratos Corporativo (USD 40 mil)

## **AK DRILLING INTERNATIONAL S.A.**

### **Jefe de Procesos y HSEQ**

**Junio 2015 – Octubre 2018**

Funciones:

- Responsable del diseño, rediseño y optimización de los procesos corporativos y locales.
- Planificar las actividades de implementación de modelo de gestión por procesos, dependiendo del ámbito de acción y fases definidas
- Control del presupuesto y los costos de la compañía, logrando una reducción de los costos y reducir el tiempo de inicio de los proyectos.
- Planificación de los inicios y ejecución de los proyectos operativos.
- Fomentar la participación de los colaboradores realizando innovaciones dentro de la empresa.
- Gestionar los Riesgos y Oportunidades de acuerdo a la Norma ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2015 y conforme a las partes interesadas relacionadas.
- Gestionar y administrar la documentación del SIG, indicadora y métrica.
- Capacitar periódicamente al personal en temas relacionados a la gestión de procesos y verificar el cumplimiento del plan de capacitación del SIG.
- Gestionar y Liderar la ejecución de auditorías internas y externas del SIG.
- Coordinar la Evaluación de la Satisfacción del Cliente y realizar el análisis de los resultados.
- Planificar y verificar la ejecución de las actividades de implementación del plan anual del SIG
- Supervisar los procesos Core y soporte para el adecuado cumplimiento de los procesos.
- Apoyar a las diferentes áreas en los proyectos de mejora de procesos, desde la prefactibilidad hasta la implementación, estabilización y control de los mismos

Logros:

- Reorganizar la estructura corporativa y por País, logrando mejor la comunicación interna y externa.
- Liderar los proyectos de efectividad logrando reducir costos (USD 2.5 MM)
- Responsable de la elaboración de los presupuestos y de llevar el control de los costos, el cual logre reducir costos (USD 0.1 MM)

## **OPTIMA HUMAN SERVICES**

**Jefe de Operaciones**

**Enero 2015 – Mayo 2015**

Funciones:

- Implementar las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018 en empresas de Vigilancia, servicios generales, pinturas, metalmecánica, alimentos.
- Capacitar a distintos clientes, en temas de Seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente y Calidad.
- Asesorar a los clientes en mejorar sus procesos operativos.
- Responsable de la logística para los diferentes consultores y ponentes
- Responsable del cumplimiento de los presupuestos y tiempos de los distintos proyectos.

Logros

- Implementar la trinorma en tres meses, logrando incrementar las ventas de las diferentes empresas.
- Ahorro en costos para los clientes en consultoría de mejora de procesos (USD 1MM)

## **EDUCACIÓN**

- **UNIVERSIDAD ESAN**
  - MBA, Transformación Digital
  - 2018 – 2020
- **UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ**
  - Disrupción digital
  - 2020 – 2020

- **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MONTERREY**
  - Diplomado en Desarrollo de Habilidades Gerenciales
  - 2017
- **CÁMARA COMERCIO DE LIMA**
  - Diplomado en Recursos Humanos
  - 2014
- **COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ-CESAP**
  - Diplomado en Sistemas Integrados de Gestión
  - 2011
- **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**
  - Diplomado en Supply Chain Management
  - 2010-2011
- **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ**
  - Titulado en Ingeniería Industrial
  - 2008 - 2013

## **ANTONIO JAVIER ROBLES LUNA**

Ingeniero Informático, MBA, con más de 20 años de experiencia en Tecnología, Diseño de Soluciones Digitales y Protección de Datos. Conocimientos y Habilidades Certificado como Microsoft Solution Developer, Lean Six Sigma Green Belt, CompTIA CDIA+, IBM Content Manager Specialist. Sólida experiencia al balancear requerimientos técnicos y necesidades del cliente con enfoque en Transformación Digital. Profundo interés en Criptomonedas, Blockchain y Smart Contracts.

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL**

2011 – Hoy Gerente General en Inversiones On Line S.A.C.

- Proyección de objetivos metas de la empresa a corto y mediano plazo.
- Dirección de Estrategias y productos digitales clave para Perú y Latinoamérica.
- Supervisión de la cadena de procesos internos, definición de posiciones críticas.
- Velar por que la motivación del personal se encuentre acorde y enfocada con los objetivos.

2010 – Hoy Arquitecto en Transformación Digital y Ciberseguridad en Lexmark International.

- Consultor de Soluciones de Software para Oportunidades Locales y Regionales, incluyendo visitas técnicas y comerciales a empresas del sector Telecomunicaciones, Financieras, Salud y Gobierno en Chile, Perú y Bolivia.
- Desarrollo de oportunidades de Transformación Digital y análisis de situación organizacional.
- Diseño de soluciones compatibles y seguras con la Protección de Datos Personales.
- Arquitectura y diseño de soluciones acordes con la situación actual, los recursos y objetivos de las empresas y clientes.

2005 – 2010 Consultor Senior en Xerox Corporation – Perú

- Líder del Equipo de Soluciones y Soporte.
- Arquitectura y Diseño de Soluciones para Cuentas Clave, en los sectores de Banca, Seguros, Telecomunicaciones y Minería.
- Diseño de estrategias de Levantamiento de Información
- Diseño de Soluciones de Seguridad de Datos
- Analista de Sistemas de Impresión de Alto Volumen.
- Gestión del Cambio con Metodología PMI
- Certificaciones Obtenidas de IBM, CompTIA y Xerox

2004 – 2005 Analista Principal at SISEMEX S.A.C.

- Análisis, desarrollo e implementación de soluciones personalizadas de Planeamiento de Recursos y marcadores de rendimiento mediante el empleo de Datawarehouses.
- Luego de finalizar los servicios de consultoría, se obtenían ahorros directos del 30% en recurso humano.

2004 Analista Desarrollador en ONPE

- Diseño y Desarrollo del módulo de Lotización y Digitación de Actas Electorales, incluyendo sistemas de validación y detección de error humano.



- Encriptación de datos transferidos desde los centros de cómputo al Sistema Central, y generación del Cómputo General.
- El día “D” fue 11 17 de Octubre del 2014, donde se pudo demostrar que el sistema de cómputo era seguro, exacto y transparente para el proceso electoral.

2001 - 2004 Analista Desarrollador en Xais.COM Corporation

- Desarrollo de Software de Gestión de Envíos para Empresas de Retail (CMR/Saga Falabella)
- Implementación de Sistemas de Seguridad (Cámaras de Video Vigilancia)
- Implementación y Configuración de Software especializado (Contabilidad, Educación ERP)

## EDUCACIÓN

<i>Course or Career Description</i>	<i>Sponsor / Institution</i>	<i>Place and Date</i>
Strategy with Michael Porter	WOBI	Online, 2020
World Business Forum	WOBI	New York (Online), 2020
Marketing Estratégico y Valoración de Marcas	Escuela Superior Politécnica del Litoral	Online, 2020
Master in Business Administration Especialización en Transformación Digital	ESAN University	Lima, 2018-2020
World Business Forum	Wobi	Lima, 2019
Discovery Customer Analysis	Lexmark International	Colombia, 2016
Kofax Capture	Lexmark International	Online, 2016
Perceptive ImageNow ECM	Lexmark International	Online, 2015
Post-Production, Visual Effects and 3D Animation	EPIC Escuela Peruana de Industria Cinematográfica	Lima, 2014
Salesforce	Lexmark International	Argentina, 2014
Brainware and Secure Content Monitor	Lexmark International	Sao Paulo, Basil, 2013
Solutions Consultancy	Lexmark International	Lexington, KY, 2012

Solutions Platform	Lexmark International	Lexington, KY, 2011
Workshop Technical Training	Lexmark International	Lexington, KY, 2010
IBM DB2 Content Manager (*)	Xerox Corporation, IBM	Lima, 2009
Docushare ECM	Xerox Corporation	Miami, FL, 2009
Certified Document and Imaging Architect + (*)	Xerox Corporation	Colombia, 2008
Production Imaging Management	Xerox Corporation	Hot Springs, AK, 2008
Lean Six Sigma – Green Belt (*)	Xerox Corporation	Colombia, 2008
Lean Six Sigma – Yellow Belt (*)	Xerox Corporation	Online, 2006
Global Village for Future Leaders of Business and Industry	Lehigh University, Iacocca Institute Scholarship Award	Pennsylvania 2002
Microsoft Certified Solution Developer (*)	Microsoft Scholarship Award	Lima, 2002
Ingeniería Informática	Universidad San Ignacio de Loyola	Lima, 2002
Ingeniería de Sistemas	UPC Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	Lima, 1999

(\*) Con Certificación obtenida

## **IDIOMAS**

Español: Nativo

Inglés: Dominio Avanzado

# Índice

<b>Índice</b>	XIX
<b>Abstract</b>	XXXII
<b>Introducción</b>	XXXIV
<b>1. CAPÍTULO 1: GENERALIDADES</b>	36
1.1. El Problema de Investigación	36
1.2. Justificación del Problema	38
1.3. Objetivos	41
1.3.1. Objetivo General	41
1.3.2. Objetivos Específicos	41
1.4. Hipótesis	42
1.4.1. Hipótesis General:	42
1.4.2. Hipótesis Específicas:	42
1.5. Alcance y Limitación	43
1.5.1. Alcance	43
1.5.2. Limitación	43
1.6. Escenario Actual respecto a la Pandemia Covid-19	44
<b>2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</b>	45
2.1. Marco Teórico	45
2.1.1. Universidades	45
2.1.2. Obtención de Grados y Títulos	46
2.1.3. Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU)	47
2.1.4. Metodología del Proceso Analítico Jerárquico	47
2.1.5. Conceptos Tecnológicos	49

2.1.5.1. Tecnología Blockchain	49
2.1.5.2. Función Hash	51
2.1.5.3. Llave Privada	52
2.1.5.4. Wallet o Dirección Pública	52
2.1.5.3. Transacción	53
2.1.5.4. Bloque	54
2.1.5.5. Nodos Mineros	55
2.1.5.6. Identidad Digital	56
2.1.5.7. Falsificación de documentos PDF con Firmas Digitales, sin Blockchain	58
2.2. Marco Legal Normativo e Identificación de Brechas	60
2.2.1. Falsificación de Documentos	60
2.2.2. Firma Digital	60
2.2.3. Certificado Digital	61
2.2.4. Empresas acreditadas por el INDECOPI	61
2.3. Análisis de Estado del Arte en el Mundo	62
2.3.1. Chipre - Universidad de Nicosia	64
2.3.2. Estados Unidos - Instituto Tecnológico de Massachusetts	64
2.3.3. Colombia - Universidad Nacional de Colombia	69
2.3.4. España - eTítulo de Signe y Controversias	73
2.3.5. España - Proyecto Red Blue de Certificación de Títulos Universitarios	74
2.3.6. Perú - Universidad ESAN	75
<b>3. CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>81</b>
3.1. Tipo de Investigación	81
3.2. Fuentes de Información	81

3.2.1. Fuentes Primarias	81
3.2.2. Fuentes Secundarias	82
3.2.3. Criterio y Etapas de Selección	82
3.3. Análisis Cualitativo	83
3.4. Objetivos de las Entrevistas	84
3.5. Análisis Cuantitativo	85
3.6. Método Multiatributo	85
<b>4.    CAPÍTULO 4: PROCESO ACTUAL DE EMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS</b>	<b>89</b>
4.1. Procedimientos Actuales en Universidades de Lima Metropolitana	89
4.2. Problemas Presentados y su Relación con el Problema a Resolver	91
4.3. Diagnósticos sobre el Proceso de Emisión de Grados y Títulos	93
4.4.    Análisis SEPTE, Beneficios y Perspectivas de la Aplicación del Blockchain	95
4.4.1. Impacto Social	95
4.4.2. Impacto Económico	96
4.4.3. Impacto Político	97
4.4.4. Impacto Tecnológico	97
4.4.5. Impacto Ecológico	98
<b>5.    CAPÍTULO 5: MODELO DE IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>99</b>
5.1. Gestión del Proyecto según el PMI	99
5.2. Factores Críticos de Éxito del Plan de Implementación	102
5.3. Análisis de Factores Críticos de Éxito según Pinto y Slevin en Etapas según PMI	103
5.4. Modelo Conceptual del Proceso Actual de Emisión de Grados y Títulos Físicos	105
5.4.1. Características del Modelo a Implementar	109

5.4.2. Almacenamiento de Datos y Privacidad	112
5.5. Tipo de Blockchain a utilizar	112
5.6. Modelo del Proceso Propuesto	116
5.6.1. Definición de una Wallet para la Autoridad Educativa, SUNEDU, W(S)	117
5.6.2. Requisitos Legales Previos	117
5.6.3. Habilitación de la Universidad a emitir Títulos mediante su Wallet, W(U)	121
5.6.3.1. Emisión del Certificado de Autorización a W(U) Con Firma Digital	122
5.6.3.2. Hash del Certificado Digital de Autorización, insumo para la Verificación	125
5.6.3.3. Validación, prueba de integridad y no repudiabilidad	126
5.6.3.4. Generación de transacción de entrega de autorización en la Blockchain	128
5.6.3.5. Verificación, prueba de existencia e inmutabilidad en la Blockchain	134
5.6.4. Emisión de título profesional digital desde W(U)	137
5.6.4.1. Invitación al Egresado a recibir título digital	139
5.6.4.2. Creación de Wallets de los Egresados Profesionales	141
5.6.4.3. Emisión de los Títulos Digitales y su registro en la Blockchain	142
5.6.4.3.1. Título digital emitido para “Bob Gustavo Nakamoto”, W(BOB)	142
5.6.4.3.2. Título digital emitido para “Alice Satoshi Plink” W(ALICE)	147
5.6.4.4. La Universidad envía las credenciales a los Profesionales Titulados	151
5.6.5. Revocación de Autorización a Wallet W(U)	157
5.6.5.1. Emisión de Certificado de Revocación CertRevoke(U)	159
5.6.5.2. Validación del Certificado de Revocación	159
5.6.5.3 Registro de transacción de Anotación de Revocación en la Blockchain	160
5.6.6 Revocación de un Título Digital emitido a un Profesional	163

<b>6. CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MODELO</b>	165
6.1. Costos de procesos actuales en Universidades de Lima Metropolitana	166
6.1.1. Costos fijos:	166
6.1.2. Costos variables	168
6.2. Ahorro en costos	169
<b>7. CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	173
7.1. Conclusiones del estudio de tesis	173
7.2. Recomendaciones	176
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	177
<b>9. ANEXOS</b>	182

## Índice de Figuras

Figura 1.1: ¿Cómo funciona la tecnología Blockchain? .....	38
Figura 1.2: Errores en los datos registrados, título de Bachiller ingresado dos veces de forma distinta, error ocasionado por ingreso manual de datos .....	40
Figura 1.3: Opción de modificación de datos, orientada a ser iniciada por el usuario, sujeta a información provista por el mismo.....	40
Figura 2.1: Niveles de Jerarquía en AHP.....	49
Figura 2.2: Cálculo de HASH-256 a partir de Valores de Entrada.....	51
Figura 2.3: Transacciones en la Blockchain Bitcoin, una transacción está enlazada al hash de la anterior .....	53
Figura 2.4: Cadena de Bloques conteniendo Transacciones, enlazadas a través de sus respectivos Hash .....	55
Figura 2.5: Proceso utilizado por los Nodos Mineros para añadir Bloques nuevos en la Blockchain .....	56
Figura 2.6: Propuesta de Sistema de Identificación Basado en Blockchain .....	58
Figura 2.7: Proceso de firma digital de RENIEC .....	61
Figura 2.8: Entidades debidamente acreditadas en Firma Digital .....	62
Figura 2.9: Capas de un Grado Académico emitido con el estándar Blockcerts .....	66
Figura 2.10: Validación de diploma con Blockcerts .....	67
Figura 2.11: Validación y verificación realizada utilizando Blockcerts .....	68
Figura 2.12: Sitio Web Blockcerts para validar certificados digitales emitidos con el estándar.....	69
Figura 2.13: Página web e-Título .....	70
Figura 2.14: Código de verificación (CSV) .....	70
Figura 2.15: Títulos Electrónicos de eTítulo emitidos como archivos PDF con Firma Digital .....	71



Figura 2.16: Lectura del Código QR de un Título Electrónico generado por eTítulo .....	72
Figura 2.17: Página web Chain Talent .....	75
Figura 2.18: Diploma de Grado Académico de Bachiller (Página 1 - Equivalente al Anverso) .....	76
Figura 2.19: Diploma de Grado Académico de Bachiller (Página 2 - Equivalente al Reverso) .....	77
Figura 2.20: Certificado Digital de Evidencia Forense que almacena Hash Inscritos en Blockchain: .....	80
Figura 5.1: Factores críticos de éxito de un proyecto .....	103
Figura 5.2: Modelo base del proceso actual de emisión de títulos profesionales .....	106
Figura 5.3: Creación de títulos originales y falsos y fuentes de información para su validación .....	108
Figura 5.4: Diagrama de flujo para la toma de decisión del tipo de Blockchain a elegir. La línea roja punteada representa la ruta tomada para el caso expuesto en esta Tesis.....	115
Figura 5.5: Definición de la dirección pública de la Autoridad Educativa, W(S) .....	117
Figura 5.6: Modelo de ejemplo, SUNEDU publicando la dirección pública que autoriza a las Universidades a emitir títulos digitales y el procedimiento de emisiones de los mismos ....	119
Figura 5.7: Definición de la Dirección Pública de la Universidad, W(U).....	121
Figura 5.8: Creación del Certificado Digital que autoriza a la Universidad a emitir Títulos Profesionales Electrónicos a través de la Wallet Firmante, W(U) .....	122
Figura 5.9: Certificado Digital emitido por W(S) a favor de W(U), con firma verificable, denominado Cert(U) .....	124
Figura 5.10: Cálculo del Hash del Certificado Digital de autorización de W(U) emitido por W(S) .....	125
Figura 5.11: Validación de firma digital del Certificado de Autorización de W(U) .....	126
Figura 5.12: Firma invalidada del Certificado Digital modificado en un solo dígito .....	128

Figura 5.13: Definición de la Transacción de Adquisición de fondos de la Autoridad Educativa .....	129
Figura 5.14: Detalle de la transacción que asigna fondos a W(S) .....	130
Figura 5.15: Transacción que registra el Hash del Certificado Digital de Autorización de W(S) a W(U) .....	130
Figura 5.16: Elaboración de la transacción que incluye Hash de Autorización de W(S) a W(U) .....	132
Figura 5.17: Secuencia de Transacción enviada a la Blockchain, que almacena el Hash de la Autorización emitida por W(S) para W(U).....	132
Figura 5.18: Envío a la Blockchain de la secuencia de la Transacción que registra la Autorización .....	133
Figura 5.19: Transacción conteniendo la autorización, inscrita en la Blockchain .....	135
Figura 5.20: Outputs (Salidas) de la Transacción de Autorización de W(U), contiene el campo OP_RETURN .....	136
Figura 5.21: Procedimiento de Autorización y Aprobación de Wallet “Firmante” de Universidad W(U).....	137
Figura 5.22: Flujo de Generación de Credenciales inscritos en la Blockchain.....	139
Figura 5.23: Invitación de la Universidad a egresado Bob Nakamoto, para que reciba su Título Electrónico .....	140
Figura 5.24: Invitación de la Universidad a egresado Bob Nakamoto, para que reciba su Título Electrónico .....	140
Figura 5.25: Definición de la Llave Privada y Dirección Pública de Bob Nakamoto, Wallet W(Bob) .....	141
Figura 5.26: Definición de la Llave Privada y Dirección Pública de Alice Satoshi, Wallet W(Alice) .....	142

Figura 5.27: Ejemplo del Certificado Digital Cert(Bob) emitido por W(U) para Bob Nakamoto .....	142
Figura 5.28: Definición del Wallet correspondiente al Certificado Digital de Bob, W(Bob, Cert(Bob)) .....	143
Figura 5.29: Primera transacción: W(U) envía Hash del certificado digital a W(Bob) ...	144
Figura 5.30: Inclusión en la Blockchain de la transacción que registra el Hash de Cert(Bob), bloque 660157 .....	145
Figura 5.31: Segunda transacción: W(U) envía texto arbitrario del certificado a W(Bob,Cert) .....	146
Figura 5.32: Texto decodificado del campo OP_RETURN de la transacción recibida por W(Bob, Cert(Bob)) .....	146
Figura 5.33: Campo OP_RETURN conteniendo el Texto enviado por W(U) a W(Bob, Cert(Bob)) .....	147
Figura 5.34: Ejemplo del Certificado Digital Cert(Alice) emitido por W(U) para Alice Satoshi .....	148
Figura 5.35: Definición del Wallet correspondiente al Certificado Digital de Alice, W(Alice, Cert(Alice)) .....	148
Figura 5.36: Primera transacción: W(U) envía Hash del certificado digital a W(Alice)..	149
Figura 5.37: Segunda transacción: W(U) envía texto del certificado a W(Alice,Cert(Alice)) .....	149
Figura 5.38: Texto decodificado del campo OP_RETURN de la transacción recibida por W(Alice, Cert(Alice)) .....	150
Figura 5.39: Inclusión en la Blockchain de la transacción que registra el Hash de Cert(Alice), bloque 660243 .....	150
Figura 5.40: Campo OP_RETURN conteniendo el Texto enviado por W(U) a W(Alice, Cert(Alice)) .....	151

Figura 5.41: Ejemplo de correo enviado al Profesional Titulado Bob Gustavo Nakamoto .....	152
Figura 5.42: Ejemplo de archivo adjunto en formato JSON, Título Digital enviado a Bob .....	153
Figura 5.43: Representación Visual del Título Profesional de Bob, generado a partir del Título Digital .....	154
Figura 5.44: Ejemplo de correo enviado al Profesional Titulado Alice Satoshi Plink ....	155
Figura 5.45: Ejemplo de archivo adjunto en formato JSON, Título Digital enviado a Alice .....	156
Figura 5.46: Representación Visual del Título Profesional de Alice, generado a partir del Título Digital .....	157
Figura 5.47: Certificado de Revocación de Autorización, CertRevoke(U) a enviar a W(U), firmado por W(S).....	158
Figura 5.48: Validación del Certificado de Revocación de W(U) .....	160
Figura 5.49: Definición del Wallet correspondiente al Certificado Digital de Autorización, W(U, Cert(U)).....	161
Figura 5.50: Transacción de Revocación: W(U) envía Hash del CertRevoke(U) a W(U, Cert(U)).....	162
Figura 5.51: observamos los datos a incluir en la transacción, que finalmente se constituye como la siguiente secuencia .....	162
Figura 5.52: Publicación en la Blockchain de la Transacción que contiene CertRevoke(U), enviada por W(S) .....	163
Figura 9.1: Anexo N° 1: Flujograma Grados y títulos de Universidades .....	182

## Índice de Tablas

Tabla 2.1: Desarrollo AHP escalas numéricas .....	48
Tabla 2.2: Representación de llave privada y dirección pública en Bitcoin.....	53
Tabla 2.3: Digitalización del Proceso de Emisión de Diplomas de Grados y Títulos .....	78
Tabla 3.1: Criterio de selección de especialistas de Blockchain .....	82
Tabla 3.2: Objetivos de entrevista.....	84
Tabla 3.3: Matriz cuadrada por cada parte interesada .....	86
Tabla 3.4: Desarrollo AHP escalas numéricas .....	87
Tabla 3.5: Ponderaciones obtenidas.....	88
Tabla 3.6: Valoración obtenidas.....	88
Tabla 4.1: Diferencias entre diplomas físicos y digitales .....	94
Tabla 5.1 : Tablero de Control de Indicadores de Gestión del Proyecto (Valores Estimados).....	100
Tabla 5.2: Análisis de FCE vs. etapas PMI .....	103
Tabla 6.1: Lista de Universidades públicas.....	165
Tabla 6.2: Listado de Universidades Privadas .....	165
Tabla 6.3: Costos de personal (Expresados en S/.) .....	167
Tabla 6.4: Comparativo de proveedores .....	167
Tabla 6.5: Costos fijos (Expresados en S/) .....	168
Tabla 6.6: Costos variables (Expresados en S/) .....	168
Tabla 6.7: Costos actuales de emisión de diplomas (Expresados en S/) .....	169
Tabla 6.8: Costos proyectados luego de implementar la Tecnología Blockchain .....	170
Tabla 6.9: Ahorro con la implementación del Blockchain (Expresado en S/).....	171
Tabla 6.10: Cálculo de la Inversión en tecnología Blockchain (Expresada en S/) .....	171
Tabla 6.11: Flujo de caja (Expresado en S/) .....	171
Tabla 6.12: Cálculo del VAN y TIR .....	172

## RESUMEN EJECUTIVO

Estudiamos la aplicación de la tecnología Blockchain y su impacto en la optimización de costos y tiempos de procesamiento de documentos, profundizamos en sus características de como aportes beneficiosos en la emisión, presentación y validación de Grados y Títulos, con la finalidad de evitar y eventualmente eliminar el problema de la proliferación de Títulos Falsos.

El problema se identifica como la proliferación de Títulos Falsos, empleados por personas pretenden engañar a compañías que buscan personal calificado o a otras personas que buscan profesionales para la atención de sus necesidades: Con documentos falsos, obtienen la confianza y se comete así un delito penal, de forma recurrente, impactando a la sociedad de forma negativa.

Nos planteamos como objetivo general elaborar un Modelo de Implementación de esta tecnología en las Universidades de Lima Metropolitana, y como objetivos específicos investigar la tecnología y su estado del arte, entrevistar a los principales actores, contrastar necesidades de los stakeholders y con las características de la tecnología a fin de poder seleccionar la propuesta tecnológica más adecuada como base para el Modelo y comparar costos del proceso actual los del proceso propuesto, a fin de evaluar la viabilidad económica.

Se investigó la aplicación de la tecnología Blockchain en diversas Universidades del mundo, así como las iniciativas y desarrollos publicados por instituciones reconocidas, implementados y utilizados exitosamente. Asimismo, se realizó una prueba de concepto de la aplicación de esta tecnología en el proceso de emisión, presentación y validación de Títulos Profesionales, y se exploró la perspectiva de los principales actores y entidades involucradas en este proceso con la finalidad de identificar problemas presentados en la actualidad y las necesidades y objetivos de cada uno de estos stakeholders.

Con la revisión de esta tecnología y el contraste de las entrevistas realizadas a los principales stakeholders, esta Tesis plantea una forma segura para generar los Títulos Profesionales y Grados Académicos, mediante la generación de Certificados Digitales, que

sustituyen a los diplomas físicos y archivos PDF, de forma similar como los Comprobantes de Pago Electrónicos reemplazaron a los comprobantes convencionales. A través de una autorización emitida por la SUNEDU y verificable en la Blockchain, las Universidades podrán a su vez generar dichos Títulos a manera de Certificados Digitales, e inscribir a los mismos en la Blockchain, garantizando transparencia, seguridad e inmutabilidad de los logros académicos obtenidos por los profesionales titulados.

Se realizó una aplicación práctica del modelo propuesto por Blockcerts, obteniendo como resultado la emisión de títulos electrónicos, con verificación de inscripción e inmutabilidad dentro de la Blockchain, así como también la visualización de una versión en PDF de fácil lectura con códigos QR que llevan a una herramienta de validación.

Finalmente, como resultado de esta investigación, se plantea una proyección y estimación de los principales beneficios que se obtienen con la implementación de esta tecnología, así como la valorización económica derivada de los mismos, considerando los aspectos de inversión realizada, ahorros obtenidos e identificando los principales costos y gastos que representa la decisión de invertir en Blockchain. De esta revisión se llegó también a la conclusión que invertir en la tecnología Blockchain puede tener un costo promedio de poco menos de 60,000 soles, pero obtener ahorros en Valor Actual Neto de aproximadamente 370,900 soles como mínimo en un lapso de 6 años.

## **Abstract**

This paper studies the application of the Blockchain technology and its advantages for optimizing costs and processing time of digital documents, deeping into the characteristics of this technology as beneficial contributions for the issuance, presentation and validation processes of Professional and Academic Degrees, in order to avoid and eventually make disappear the proliferation of Fake Degrees.

The problem of Fake Degrees is caused by the existence of its black market, which demand is supported by the growing number of people trying to show competitiveness in the labor market or even to execute a profession without fulfilling current academic and legal requirements. This is also explained by the global need of companies to increase productivity, and therefore requiring academic achievements, and for the personnel search companies to have a support that guarantees the decision-making of selection of personnel.

Our general objective is to perform an exploratory research on the Blockchain technology, in order to develop an Implementation Model of this technology in the Universities of Lima, also to identify the viability of its application and the main difficulties to overcome.

Our specific objectives are to collect information through interviews with the main actors of this process, investigate the state of the art in the usage of this technology in different parts of the world, and look for matching the needs of the stakeholders with this technology features in order to select the most appropriate technological proposal as a basis for designing the Model this Thesis propose. It's also an specific objective of our Thesis to compare the average costs of the current process of elaboration of traditional Professional Degree with the proposed process, in order to evaluate the economic viability of the application of the Model in a University.

The application of Blockchain technology in Universities around the world was also investigated, as well as the initiatives and developments published by recognized institutions, implemented and used with success. Also, we include a proof of concept of the application of this technology in the issuance, presentation and validation processes of Professional Degrees, we



also asked for the opinion of the main actors and entities involved in this process to identify problems in the current status and the needs and objectives of each stakeholder.

With the review of this technology and the contrast of the interviews with the main stakeholders, this Thesis proposes a secure way to generate Professional and Academic Degrees, through the generation of Digital Certificates, which replace physical diplomas and PDF files, in a similar way as the Electronic Invoices replaced the conventional physical ones. Through an authorization issued by the SUNEDU, verifiable on the Blockchain, the Universities may generate them as Digital Certificates, and register them into the Blockchain too, guaranteeing transparency, security and immutability of the academic achievements.

A practical application of the model proposed by Blockcerts was developed, obtaining as a result the issuance of electronic Degrees, with verification of registration and immutability into the Blockchain, and an easy-to-read PDF version with QR codes that lead to a validation tool.

Finally, as a result of this research, we include an estimation of the benefits obtained from the implementation of this technology, as well as the economic valuation derived from them, considering investment and savings, identifying the main costs and expenses that the decision to invest in Blockchain represents. From this review it was also concluded that investing in Blockchain technology can have an average cost of just under 60,000 soles, but obtain savings of approximately 370,900 soles in Net Present Value in a period of 6 years.

## Introducción

Las tecnologías disruptivas no solo nos plantean formas creativas y distintas de hacer las cosas, sino que también contribuyen e impulsan la evolución de nuestra sociedad y están formando parte de todos nuestros procesos en la vida personal, laboral e institucional, constituyendo un motor de cambio, usualmente positivo, para la humanidad.

La tecnología Blockchain, es conocida mundialmente principalmente por su aplicación para garantizar y respaldar el uso de las criptomonedas, en especial el Bitcoin, pero también por las transacciones seguras que se realizan dentro de la también llamada cadena de bloques, se resalta que no depende de una institución intermediaria, lo cual es cierto puesto que se mantiene gracias a la adopción voluntaria de múltiples nodos a nivel mundial que obtienen a cambio criptomonedas por mantener la red, y a mayor adopción del sistema, incrementa su nivel de seguridad, lo que garantiza inmutabilidad y evita la alteración de la información contenida a lo largo del tiempo, características que hacen de esta una gran herramienta tecnológica.

En la actualidad la Blockchain se está aplicando a diversos sectores, tanto públicos como privados. Múltiples entidades de los sectores Salud, Turismo, Comercio, Construcción, Logística y otros ya están optimizando sus procesos para comenzar a emplear esta tecnología o incluso modificando los procesos en función a las mejores prácticas recomendadas y basadas en Blockchain

Dada la estructura de almacenamiento de información que utiliza la Blockchain, se podría resumir que es una gran base de datos, descentralizada, con múltiples copias de sí misma en todo el mundo, donde cada registro de información no puede ser modificado ni falsificado dada la seguridad de su arquitectura y diseño, ya que al colocar cada registro en un bloque, esta información se vuelve inmutable, de forma permanente, y esta característica, que es una de las principales de la tecnología, brinda un alto nivel de confianza a sus usuarios.

Actualmente, casi la totalidad de las Universidades de Lima Metropolitana emiten en físico los grados y títulos universitarios a los profesionales egresados; este proceso es muy vulnerable

a la aparición de títulos falsos proporcionados por el mercado negro, perjudicando la confianza o requiriendo costosos procesos de validación y/o certificación. La presente tesis se enfocará en una solución tecnológica de emisión de grados y títulos universitarios digitales mediante el uso de la tecnología Blockchain, a través de la cual todos los diplomas serán creados de forma digital y tendrán códigos únicos, infalsificables, seguros, verificables e inmutables, permitiendo incrementar un nivel de confianza nunca antes alcanzado mediante este nuevo formato para la emisión de los grados y títulos, el cual si bien inicialmente es propuesto para Universidades de Lima Metropolitana, si es correctamente adaptado y articulado, puede extenderse a nivel nacional e incluso regional, ya que se basa en un estándar internacional.

## **1. CAPÍTULO 1: GENERALIDADES**

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

El problema planteado en esta Tesis consiste en el impacto negativo en la sociedad generada por la proliferación de los Diplomas de Grados Académicos y Títulos Falsos, así como la complejidad existente para validar los mismos.

Este problema es originado por la existencia de un mercado negro de los mismos, y su demanda se encuentra sostenida por la creciente cantidad de personas que pretenden mostrar competitividad en el mercado laboral o incluso de ejercer una profesión sin haber cumplido con las exigencias académicas y legales vigentes.

Esto se explica también por la necesidad global de instituciones contratantes (empleadores) en requerir el cumplimiento de logros académicos, los que tienen como objetivo incrementar su productividad, y a las empresas de búsqueda de personal tener un respaldo que garantice la toma de decisiones de selección de personal.

Las personas con acreditación falsa que ocupan un puesto en el mercado laboral o que mediante esta documentación ejercen una profesión de forma ilegal, generan un riesgo a las empresas de perder competitividad, de participar indirectamente en infracciones legales o incluso en afectar de forma negativa la vida y la salud de terceros.

Por ello, el impacto de los títulos falsos es muy negativo para la sociedad en general. El Perú no está exento de este problema, el cual se ha presentado de forma recurrente en empresas e instituciones públicas, e incluso en cargos de gestión pública, y aunque se han tomado medidas de seguridad adicionales, como la utilización de papeles y tintas especiales, el problema persiste dada la especialización y facilidad de adquisición de equipos de impresión de buena calidad a un relativo bajo costo, así como al desconocimiento de criterios de seguridad que un determinado Título Profesional Impreso debe poseer por parte del público en general.

En los lineamientos oficiales de la Educación Superior Universitaria Peruana, establecidos por la Ley Universitaria 30220, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU), asume la función de administrar el Registro Nacional de Grados y Títulos (Artículo N° 15.9 de la Ley Universitaria 30220).

Actualmente, la autoridad educativa, SUNEDU, pone a disposición del público en general un acceso en línea para efectos de búsqueda y validación de los Grados Académicos y Títulos Profesionales; sin embargo, consiste en una limitada base de datos, con información que se actualiza de forma manual, y en muchos casos no contiene información de Titulados anteriores al lanzamiento de este registro, por lo que es susceptible a errores; otra limitante es que no se registran certificados de diplomados, cursos de especialización y otros cursos de capacitación.

Asimismo, al ser una base de datos centralizada, corre el riesgo de estar fuera de línea cuando algunos interesados requieran hacer una verificación, así como también mantiene el riesgo de un ataque tanto externo como interno. Por ejemplo, una persona coludida con un mal funcionario, de forma engañosa o coludida, podría convencerle a que temporalmente modifique la Base de Datos y presentar datos incorrectos e ilegítimos. Todo ello origina un problema social, debido a la posible falsificación de documento, ante lo cual, los interesados en verificar deben acudir a la fuente emisora a fin de certificar si un diploma es original y válido.

Por lo mencionado anteriormente, en la presente tesis se propone la aplicación de la tecnología Blockchain como una buena alternativa en la validación de grados y títulos, cuyos diplomas sean emitidas de Instituciones acreditadas por el sector educación, esta tecnología tiene muchas ventajas las cuales son: seguridad, accesibilidad, inmutabilidad y reducción de costos en los procesos.

La aplicación de la tecnología disruptiva Blockchain reforzaría la credibilidad de los documentos gracias a la cualidad de inmutabilidad que presenta y se generaría mayor confianza en los stakeholders, a continuación se muestra la Figura 1.1 para conocer más sobre la funcionalidad de la tecnología Blockchain:

Figura 1.1: ¿Cómo funciona la tecnología Blockchain?



Fuente: PricewaterhouseCoopers, 2016.

## 1.2. Justificación del Problema

En el Perú se han identificado y documentado una gran cantidad de casos relevantes de títulos falsos, entre los cuales tenemos el caso de certificados y diplomas falsos de estudio de Congresistas de la República del Perú:

- Maritza Garcia (Piura): Presentó certificados de estudios primarios falsos, la Universidad Nacional de Piura decidió anular su grado de Bachiller, Título de Abogada y Magíster, la Comisión de Ética del congreso solicitó suspensión por ciento veinte (120) días de la parlamentaria; sin embargo, como en el caso anterior dicho caso fue archivado.
- Edgar Alarcón (Lima): presentó un Título de Contador fraudulento, que el Comité Especial propia Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA) ha declarado como tal, por incumplimiento de requisitos para la emisión del mismo.

Los casos relevantes nombrados líneas arriba originan un problema social en el Perú, la falsificación de certificados y diplomas de educación puede generar inestabilidad en los más altos

niveles puesto que su descubrimiento podría incluso generar controversia sobre los actos realizados en función a la ostentación de un Título Falso.

La emisión de los grados y títulos universitarios en las Universidades de Lima Metropolitana se realiza en su mayoría mediante la entrega de un diploma en físico a los profesionales egresados y estos son registrados por la SUNEDU en una base de datos centralizada que permite realizar las consultas a terceros a través de su portal web.

Sin embargo la información brindada solo muestra el registro, mas no la visualización del diploma digitalizado a fin de contrastar su autenticidad y solo entrega información que se encuentra almacenada en su base de datos, adicionalmente se han identificado los siguientes problemas:

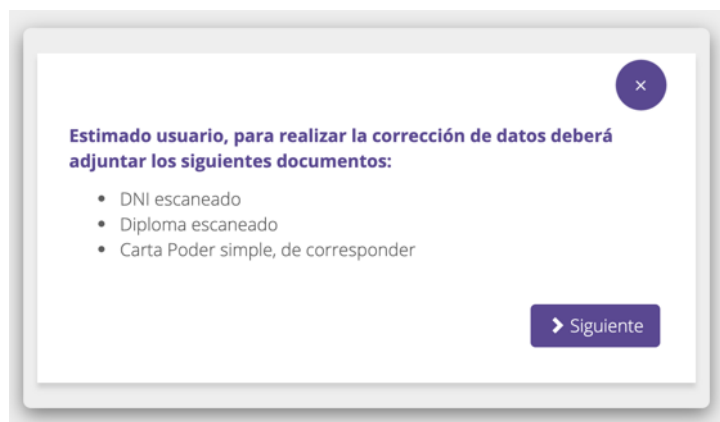
- Es susceptible a errores de tipeo.
- Al ser una única base de datos centralizada, es susceptible de errores, manipulación voluntaria e involuntaria, ataques internos y externos y/o pérdida de información.
- Es susceptible a ataques dirigidos, externos o internos, fallas o pérdida de conectividad.
- Es susceptible a errores de doble registro de un grado académico, en la Figura 1.2 se aprecia un error de registro de datos en la base de SUNEDU.
- Permite modificaciones y correcciones tomando como punto de origen de información al Estudiante en lugar de la Institución, siendo susceptible a fraude y alteraciones debido al factor humano dada la posibilidad de errores por negligencia (Ejemplo: podría añadir un registro correcto, pero no elimina el incorrecto). En la Figura 1.3 se muestran los documentos solicitados para corrección de datos. Si se presume que la Autoridad Educativa validará la información contra la Universidad emisora, no haría falta una imagen escaneada del mismo.

Figura 1.2: Errores en los datos registrados, título de Bachiller ingresado dos veces de forma distinta, error ocasionado por ingreso manual de datos

Resultado		
GRADUADO	GRADO O TÍTULO	INSTITUCIÓN
ROBLES LUNA, ANTONIO JAVIER DNI 40101977	INGENIERO INFORMATICO Fecha de diploma: 02/06/2006	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.
ROBLES LUNA, ANTONIO JAVIER DNI 40101977	BACHILLER EN INGENIERIA E INFORMATICA Fecha de diploma: 07/01/2004	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.
ROBLES LUNA, ANTONIO JAVIER DNI 40101977	BACHILLER EN INGENIERIA INFORMATICA Fecha de diploma: 07/01/2004	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.

Fuente: Sitio Web de SUNEDU - Sección de Consultas de Títulos.

Figura 1.3: Opción de modificación de datos, orientada a ser iniciada por el usuario, sujeta a información provista por el mismo



Fuente: Sitio Web de SUNEDU - Sección de Consultas de Títulos.

Como se puede apreciar en las figuras precedentes, si bien la SUNEDU a través de su portal web proporciona información acerca de la validez y existencia de un grado o título universitario, la misma es referencial, sujeta a errores y no reemplaza al título en físico ni a un documento certificado emitido con valor legal emitido por la Institución Educativa.

Las empresas o instituciones que incluirán como parte de su organización a profesionales que manifiestan ostentar un determinado Grado Académico necesitan contar con información actualizada y verificable. Y no solo empresas necesitan dicho acceso, la sociedad en general lo necesita, Instituciones Académicas, Financieras, votantes, organizaciones políticas, entre otros,



tanto en el Perú como en el extranjero, así como también reclutadores para el posicionamiento en puestos de trabajo, tanto en el sector público como privado, y otros interesados, quienes necesitan tener certeza de la existencia, integridad y validez de la información contenida en un documento de este tipo.

Por ello, consideramos justificada la investigación de la factibilidad y viabilidad de aplicación de Blockchain en el sector educación como tecnología para soportar la emisión de grados y títulos digitales, puesto que los documentos emitidos por la entidades de educación acreditadas serán inmutables, seguros y verificables, los costos de acceso y validación se reducirán y cualquier persona podrá realizar la verificación en la Blockchain desde cualquier ubicación o dispositivo con acceso a Internet.

### **1.3. Objetivos**

Para diseñar un modelo de implementación de la tecnología Blockchain y los componentes requeridos para elaborar el mismo, nos planteamos los siguientes objetivos.

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

Diseñar un Modelo para la implementación del proceso de emisión de grados y títulos digitales en Universidades de Lima Metropolitana, mediante el uso de la tecnología Blockchain, que brinde mecanismos confiables para validar su emisión y verificar su existencia, lo que garantizará la autenticidad y legitimidad de los mismos, en cualquier momento.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar los principales indicadores y drivers de control en el modelo: Estudiar los principales atributos de la tecnología Blockchain a fin de establecer su relación con los principales beneficios obtenidos de la implementación para el control y gestión, antes, durante y después de su ejecución.
- Estudiar la aplicación de la tecnología Blockchain en diversos casos alrededor del mundo y seleccionar las mejores prácticas observadas: Evaluar la situación actual sobre el uso de la tecnología Blockchain en el proceso de emisión de grados y títulos electrónicos en diferentes

Universidades del mundo para realizar un análisis exploratorio comparativo en el entorno regional y en el peruano.

- Identificar las variables necesarias para los análisis de impacto y factibilidad en los proyectos a implementar tanto a nivel operativo, capacidad organizacional, técnica, legal, ambiental y económica.
- Identificar las limitaciones, normativas y bloqueantes que dificultan la implementación de este proceso basado en tecnología Blockchain, evaluando los principales riesgos y barreras que se podrían presentar por el uso de la tecnología, planteando posibles soluciones.
- Diseñar un mecanismo para las Universidades de Lima Metropolitana que permita la emisión de grados y títulos digitales sobre la tecnología Blockchain de forma segura, transparente y confiable, para asegurar que el nuevo proceso sea sostenible de manera continua, cumpliendo con los resultados esperados.

#### **1.4. Hipótesis**

##### **1.4.1. Hipótesis General:**

El modelo de implementación del proceso de grados y títulos digitales es viable teniendo en consideración todos los factores críticos de las partes interesadas.

##### **1.4.2. Hipótesis Específicas:**

- Es viable y factible la implementación del proceso de emisión de grados y títulos digitales sobre tecnología Blockchain en Universidades de Lima Metropolitana.
- Los beneficios obtenidos por la implementación de la tecnología Blockchain como soporte de los grados y títulos digitales en Universidades de Lima Metropolitana justifican la inversión de las mismas en esta tecnología.
- Con la aplicación del Blockchain se tendrá mejor control en la validación de grados y títulos en el sector educativo Peruano.
- Los procesos de emisión de grados y títulos universitarios serán optimizados y se contará con una base de datos descentralizada con la aplicación del Blockchain.

- Los procesos de emisión de grados y títulos universitarios empleados actualmente tienen diferentes oportunidades de mejora que dan pie a la implementación de la tecnología Blockchain, generando sinergia con otras fuentes de información.
- La normativa peruana vigente está en constante cambio, adaptándose a la era de transformación digital. Actualmente, se vienen desplegando diferentes proyectos para facilitar el uso de las tecnologías en todos los sectores, incluyendo principalmente el sector educación.
- La tecnología Blockchain ha demostrado ser una herramienta capaz de minimizar los problemas identificados, su implementación asegurará que el proceso de emisión de grados y títulos sea de forma segura, confiable y transparente.

## **1.5. Alcance y Limitación**

### **1.5.1. Alcance**

La presente investigación exploratoria nos permitirá conocer el uso de la tecnología Blockchain en el proceso de emisión de grados y títulos electrónicos de Universidades de Lima Metropolitana, obteniendo opiniones de expertos, usuarios y clientes a través de entrevistas y levantando información relevante que ayudará a determinar la factibilidad y viabilidad, así como el entorno tecnológico que deberá tener la institución para su implementación.

### **1.5.2. Limitación**

La presente propuesta tiene ciertas limitantes por los procesos administrativos actuales en el Perú, teniendo como organismo público a la SUNEDU encargado de supervisar el cumplimiento de los requisitos mínimos exigibles para el otorgamiento de grados y títulos universitarios bajo el marco legal vigente y administrar el Registro Nacional de Grados y Títulos. Asimismo, el estudio se desarrollará en la actual coyuntura COVID-19 donde muchas Instituciones no están operando con normalidad, por lo cual están buscando mejores alternativas para asegurar su continuidad operativa. Cabe mencionar que inicialmente se pretende estudiar

el proceso en las Universidades de Lima Metropolitana; sin embargo, se tiene como una segunda fase extenderlo a todo el Perú.

### **1.6. Escenario Actual respecto a la Pandemia Covid-19**

En Diciembre del 2019, se inició la propagación del virus SARS-Cov2 en la ciudad de Wuhan, China, la cual creció rápidamente a nivel mundial, declarándose como pandemia en Marzo de 2020. Ante ello, la reacción de todos los países de forma simultánea incluyó periodos de cuarentena obligatoria y confinamiento de las personas en sus domicilios, con lo que se hizo necesario acelerar el uso de la tecnología a fin de reanudar las actividades económicas, sociales y educativas lo más pronto posible, lo que motivó a los autores de esta Tesis a la elección y desarrollo del tema a tratar.

La pandemia de Covid-19 se ha desarrollado durante todo el año 2020 y dada su complejidad biológica, a la fecha de finalización de este estudio no se tiene una estimación del término de la misma.

Bajo este contexto, y con la incertidumbre respecto al control final de la pandemia, la digitalización de los procesos que involucren pasos físicos se vuelve cada vez más necesaria, por lo que convertir los Diplomas de Grados y Títulos emitidos por las Universidades de un formato físico a uno electrónico y mantener o superar los niveles de seguridad de los mismos, hace que este Modelo tenga una alta relevancia y atienda la urgencia descrita en este escenario.

Asimismo, se plantea que su utilización no solo se limitaría a Lima Metropolitana, sino también a nivel nacional, regional e incluso mundial.

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

### **2.1. Marco Teórico**

#### **2.1.1. Universidades**

Las universidades son instituciones que brindan servicios educativos, y que preparan a los estudiantes en conocimientos, técnicos y habilidades para poder ejercer de forma adecuada una profesión, acorde con la ciencia y la ley. Sin embargo, es necesario considerar también la Responsabilidad Social inherente a la existencia de las Universidades, que va más allá de la prestación de estos servicios, y que debe incluir la protección del ecosistema académico que van creando a lo largo del tiempo.

Naval y Ruiz-Corbella (2012) establecen que una institución social, como parte de su responsabilidad social, necesita tener legitimidad en la sociedad para poder seguir cumpliendo su rol, y así poder perdurar a lo largo del tiempo, y las Universidades, que preparan ciudadanos con capacidad de reflexión, uso del criterio, y capaces de actuar y pensar en forma solidaria, necesitan mantener viva esta confianza social.

Por ello, en el Perú, la Ley Universitaria N° 30220 regula mediante normativa a las Universidades, y establece por ejemplo que las Universidades Públicas se crean mediante Ley, y que las Universidades privadas por la iniciativa de sus promotores, así como también, define que las Universidades cuentan con órganos de Gobierno, los cuales son:

- La Asamblea Universitaria.
- El Consejo Universitario.
- Los Consejos de Facultad.

Para la presente investigación nos centraremos en el Consejo Universitario, ya que una de sus atribuciones, según el Artículo N° 59, de Ley Universitaria N° 30220 es el encargado de otorgar los títulos profesionales y grados académicos a los estudiantes, egresados en la misma Universidad u otra institución, siempre que sean previamente aprobados por las Facultades o sus Escuela de Posgrado.

Asimismo, el Consejo Universitario tiene la capacidad de otorgar distinciones honoríficas, reconocer y revalidar los estudios, grados y títulos de Universidades extranjeras.

Estas atribuciones son ejercidas únicamente cuando la Universidad está autorizada por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria, Autoridad Educativa del Perú conocida como SUNEDU.

### **2.1.2. Obtención de Grados y Títulos**

Haciendo una revisión de la normativa peruana vigente, encontramos que la misma ha determinado que solamente las Universidades, sean públicas como privadas, sean las únicas entidades autorizadas a otorgar un Grado Académico o un Título Profesional.

Estos documentos serán entregados a las personas que demuestren haber cumplido con los requisitos tanto académicos como legales. Y estos requisitos pueden variar según la profesión o según los criterios de exigencia académica definidos por cada institución.

Adicionalmente, la ley obliga a cada Universidad a mantener un registro permanente de todos los grados académicos que haya otorgado, a fin de garantizar que pueda responder de forma indubitable a cualquier persona o institución que solicite una confirmación acerca de la veracidad o autenticidad de esta documentación.

Los Grados Académicos y Títulos Profesionales que pueden emitir las Universidades son los que establece la Ley Universitaria N° 30220 en su artículo N° 45, y son los siguientes:

- Grado de Bachiller.
- Título Profesional (Licenciatura).
- Título de Segunda Especialidad Profesional.
- Grado de Maestro (Magíster).
- Grado de Doctor (PhD).

### **2.1.3. Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU)**

La SUNEDU fue creada mediante el Artículo N° 12 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria. Esta institución del estado posee autonomía técnica, funcional, económica, administrativa y presupuestal para la ejecución de sus funciones.

La SUNEDU tiene como principal función la administración y gestión de grados y títulos universitarios encargados a la Universidades, dentro de distintos ámbitos:

- Los grados y títulos otorgados en el territorio nacional.
- Los grados y títulos otorgados en el extranjero, que son considerados como reconocidos y equivalentes a los otorgados a nivel nacional.
- Los grados otorgados por las escuelas de postgrado, creadas al amparo del Decreto Legislativo N° 882, Ley de Promoción de la Inversión en la Educación.
- Los grados y títulos otorgados por las instituciones y escuelas de educación superior autorizadas a otorgar grados y títulos de rango universitario, comprendidas en la Tercera Disposición Complementaria Final de la Ley N° 30220, Ley Universitaria.
- Los grados y títulos otorgados por las escuelas de educación superior e instituciones educativas que, por normativa específica, se inscriben en el Registro.
- Registrar los datos de las autoridades universitarias tales como rector, vicerrector(es), secretario general, director de posgrado y decanos, sean cargos únicos o que asuman dichas funciones, y que son aquellos autorizados a firmar los diplomas de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

### **2.1.4. Metodología del Proceso Analítico Jerárquico**

Es un método de análisis orientado a ayudar en la toma de decisiones cuando es necesario tomar en cuenta múltiples criterios. El método consiste en identificar variables de relevancia para la toma de decisiones, y luego, la asignación de pesos y jerarquías a cada par de variables posibles, comparaciones que se deben tomar en cuenta de forma integral en la toma de decisiones. Este método, fue elaborado por el Profesor Thomas Saaty en 1990. Se basa en

dividir el problema de tomar una decisión compleja en pequeños problemas de decisiones simples y así, al obtener las soluciones a los problemas pequeños, utilizar el peso otorgado por la comparación para finalmente asignar un resultado numérico a cada alternativa de decisión.

Para su ejecución, el método plantea armar una matriz cuadrada cuya de dimensiones  $N \times N$ , donde  $N$  es el número de criterios considerados en la toma de decisiones, de esta forma, a cada elemento de la matriz se le asigna un número entre el 1 al 9 comparando la importancia de una variable sobre otra, obteniendo así una jerarquía entre ellas.

En la Tabla 2.1 se muestran las escalas numéricas, considerando las escalas impares y su significado a fin de poder asignarlo en cada comparación de variables. Se utilizarán valores pares cuando no se pueda establecer exactamente entre dos niveles impares el nivel de importancia de una variable respecto a otra.

*Tabla 2.1: Desarrollo AHP escalas numéricas*

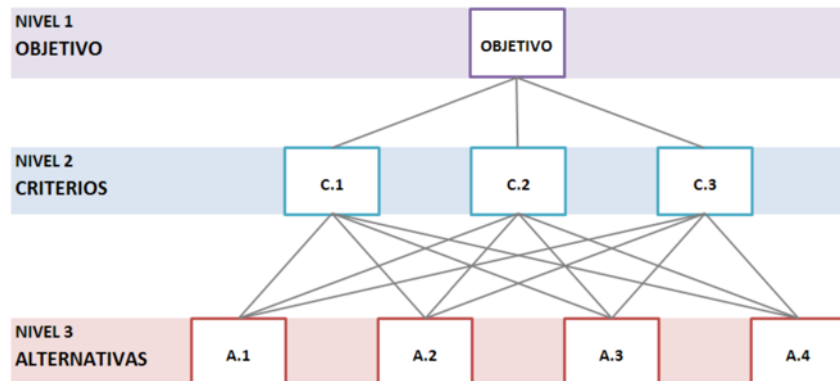
<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cuando asignar la escala</b>
1	Igual Importancia (o Igual Variable)	Las variables comparadas contribuyen igualmente al criterio o se trata de la misma variable
3	Moderada importancia de una variable sobre otra	El criterio y experiencia previa favorecen a una variable sobre otra
5	Importancia fuerte o esencial	El criterio y experiencia previa favorecen fuertemente a una variable sobre otra
7	Importancia muy fuerte o demostrada	Una variable domina fuertemente sobre otra o su importancia sobre la otra variable ha sido demostrada
9	Importancia extrema de una variable sobre otra	Una variable domina a la otra con la máxima magnitud o fuerza posible
2,4,6,8	Valores Intermedios	Cuando el criterio se ajusta más al seleccionar el valor intermedio en lugar de alguna de dos escalas contiguas
1/x	Valores recíprocos	Indica la preferencia inversa del criterio de importancia entre los valores

*Fuente: Elaboración propia a partir de Luca, Sosa, Ortiz, Guidek (2009).*

La cantidad mínima de niveles son 3, estructurados como Objetivo, Criterios y Alternativas. En la Figura 2.1 observamos un cuadro que ejemplifica esta estructura y se observa como todas las alternativas consideran la comparación entre las variables analizadas.



Figura 2.1: Niveles de Jerarquía en AHP



Fuente: Almudena, 2013.

## 2.1.5. Conceptos Tecnológicos

### 2.1.5.1. Tecnología Blockchain

Con el término “Blockchain” denominamos a la aplicación de un concepto tecnológico creado con el objetivo inicial de servir como una plataforma tecnológica orientada a brindar servicios de verificación, validación y custodia de datos.

Los datos que puede almacenar esta plataforma son almacenados dentro de los registros conocidos como transacciones, las que son generadas por los múltiples usuarios de una determinada aplicación que se ejecuta sobre dicha plataforma. La aplicación más popular conocida que funciona sobre su propia plataforma, es la criptomoneda conocida como Bitcoin.

En español, la “Cadena de Bloques”, es una tecnología considerada como disruptiva, que evoluciona periódicamente y sobre la cual se han desarrollado además de criptomonedas otras aplicaciones que aprovechan sus características. Esta tesis plantea utilizar la tecnología Blockchain para aprovechar dichas características en búsqueda de solucionar el problema de los Títulos Profesionales Falsos.

De acuerdo con Seibold y Samman (“Consensus”, KPMG, 2016), la Blockchain se puede definir como una forma de ordenar y verificar transacciones en una base de datos distribuida, entendiéndose por distribuida como una copia íntegra en múltiples computadoras ubicadas a lo

largo de todo el mundo pero sincronizadas con el objetivo de mantener operativa y disponible dicha base de datos, así como de alimentarla mediante un proceso de validación de cada registro o transacción, utilizando para ello el método del consenso, todo ello con un registro de auditoría de estas transacciones basado en algoritmos criptográficos.

La Blockchain en la práctica es una plataforma digital sobre la cual se pueden realizar múltiples aplicaciones, siendo la más conocida la transferencia de fondos, donde los usuarios pueden intercambiar diversas cantidades de una representación digital de valor económico para ejecutar la adquisición de bienes o servicios.

La operación básica del Blockchain se ejecuta sobre una red horizontal P2P (peer to peer), de la que cualquier persona o institución puede formar parte simplemente conectándose a ella ya sea para utilizarla o para contribuir a mantenerla a cambio de criptomonedas. El Blockchain cuenta con las siguientes características:

- Es una base de datos única: Sólo existe una versión de una determinada Blockchain, pueden existir múltiples copias o réplicas en distintos dispositivos, conocidos como “nodos”, pero el contenido por arquitectura y programación, será siempre el mismo en todas ellas.
- Consensuado: La Blockchain aplica el concepto de “consenso”, utilizando la red de computadoras sobre las cuales opera, para determinar por mayoría, la validez o invalidez de una determinada operación. Cuando la mayoría simple (más del 50%) de nodos en la red confirman la validez de una transacción o bloque de transacciones, se constituye el consenso, lo que determina a nivel de código que los demás nodos acepten y registren el bloque de transacciones en sus propias copias de la base de datos. El algoritmo de consenso sirve también como un mecanismo de armonización que tiene como objetivo garantizar la homogeneidad de los datos en toda la red. Este mecanismo de armonización se activa por ejemplo cuando uno o más nodos generan información válida, pero con contenido distinto a los que tenga la mayoría de nodos en la red; en dichos casos, los nodos que son minoría,

aunque hayan generado información válida, reemplazan automáticamente su contenido por la información brindada por la mayoría.

- Distribuido: No existe una base de datos central o un servidor principal como en el caso de sistemas tradicionales basados en una entidad o autoridad central. El no tener una autoridad central, pero trabajar mediante consenso, permite que la información contenida en la Blockchain no solo sea inmutable en el tiempo, sino confiable debido al extremo nivel de seguridad derivado de su arquitectura.

### 2.1.5.2. Función Hash

Es un algoritmo que a partir de un valor de entrada, independientemente de su longitud o contenido, devolverá siempre un valor de longitud fija, pero totalmente distinto al valor original o al resultado del algoritmo sobre cualquier otro valor de entrada. Esto nos ayuda a validar que un dato o cualquier información almacenada en una plataforma digital, no ha sido modificada, puesto que si se modifica dicha información, se generará un Hash distinto. Las características de seguridad de la función Hash son:

- Cualquier modificación, por mínimo que sea, genera un valor distinto.
- No se puede ejecutar una función inversa que permita obtener el valor de entrada.

El algoritmo Hash SHA-256 (SHA = "Secure Hash Algorithm", 256 bits = 32 bytes) es el estándar que utiliza la Blockchain Bitcoin, y que genera como resultado de su aplicación una secuencia de 256 bits, que se suele representar en formato Hexadecimal de 32 bytes. Por ejemplo, la siguiente secuencia de texto genera diferentes Hash con un cambio mínimo:

*Figura 2.2: Cálculo de HASH-256 a partir de Valores de Entrada*

Valor de Entrada #1: Master of Business Administration Hash SHA-256 #1: ff4760ef8712a66432143b47a93ccf48497ddb527ef34498b37a1fe51525ec98
Valor de Entrada #2: Master Of Business Administration Hash SHA-256 #2: 2b75d86db5169fbe6d317fcfbfca502090ccfb42b42a5d477d3e080674449b6a

*Fuente: Elaboración Propia*

### **2.1.5.3. Llave Privada**

En términos de Blockchain, una llave privada es una secuencia de bits (256 en el caso de Bitcoin), con los cuales se puede firmar digitalmente un mensaje de datos o autorizar la generación de una transacción de transferencia de activos digitales.

En la tecnología Blockchain, a partir de la llave privada se puede conocer también la dirección pública pero no es posible realizar una operación inversa, siendo esta una característica esencial de la seguridad de la Blockchain. Existen varias formas de poder representar una llave privada para poder utilizarla; por ejemplo, se pueden emplear los siguientes métodos:

- Brain Wallet: El usuario recuerda una clave, oración, frase o secuencia arbitraria de datos cuyo Hash, usualmente SHA-256, es la llave privada a utilizar.
- Secret Exponent (Llave Privada): Es la representación en formato hexadecimal de la llave privada. Suele ser una secuencia de 32 bytes.
- WIF: Wallet Import Format, es la representación asequible codificada de la llave privada, presentada en ocasiones en formato QR y utilizada para realizar procedimientos de copiar y pegar en aplicaciones de escritorio y smartphones para interactuar en la Blockchain.

### **2.1.5.4. Wallet o Dirección Pública**

Es la representación de un casillero de recepción de activos digitales, asociada a la llave privada, que puede ser calculada a partir de ella, pero no en sentido inverso.

Esto permite a los usuarios de la plataforma a utilizarla como un casillero único al cual transferir un activo digital, pero no es posible recuperar o tomar propiedad de dichos activos únicamente conociendo la Dirección Pública.

En términos prácticos, una dirección pública es similar a un número de cuenta bancaria, y se puede entregar de forma segura a cualquier persona o incluso publicarla, puesto que su utilización no compromete en lo absoluto a la llave privada.

Para ilustrar los formatos de llave pública y dirección privada, como se aprecia en la Tabla 2.2, utilizaremos la secuencia del ejemplo anterior para calcular las distintas formas de representación de la una llave privada:

*Tabla 2.2: Representación de llave privada y dirección pública en Bitcoin*

Formato	Valor
Brain Wallet	Master Of Business Administration
Secret Exponent (Llave Privada)	2b75d86db5169fbe6d317cfcbfca502090ccfb42b42a5d477d3e080674449b6a
WIF Key	5b7fdde988bfbb24b21a54cbc610bbd05f94975c
Dirección Pública	19LofoSXQ25R4WzQ8n3qfoKiiiMRD1tFBw

*Fuente: Elaboración Propia utilizando la herramienta en <https://brainwalletx.github.io/>*

### 2.1.5.3. Transacción

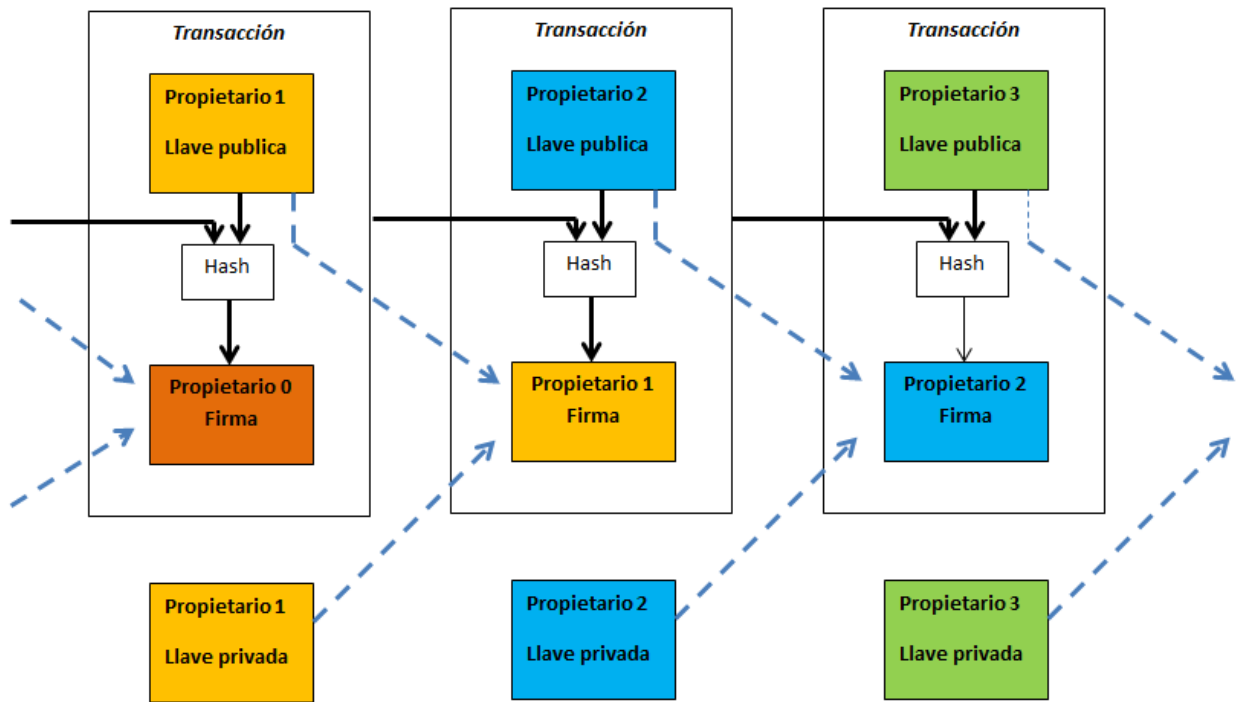
Se puede definir a una transacción al cambio del balance de la propiedad de los activos digitales dentro de la plataforma Blockchain (Plaza, 2019).

Las transacciones de una Blockchain son piezas de información que registran la voluntad y autorización expresa del titular de una dirección pública, autorización firmada con su llave privada, que permite ceder el control, propiedad y/o titularidad de un determinado activo digital, o parte del mismo, a otra dirección pública.

Una vez culminada, registrada y validada la transacción, solamente el titular de la dirección pública que ha recibido el activo podrá, haciendo uso de su propia llave privada, volver a transferir dicho activo digital o parte del mismo.

En la siguiente Figura 2.3 mostramos la transacciones en Bitcoin. Vemos que el hash de cada una se convierte en componente de información de entrada necesaria para volver a generar una transacción, lo que las enlaza de forma permanente y auditable.

*Figura 2.3: Transacciones en la Blockchain Bitcoin, una transacción está enlazada al hash de la anterior*



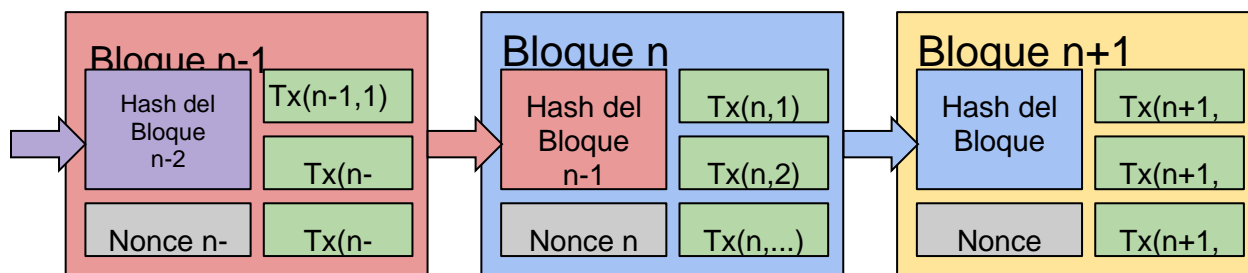
Fuente: Elaboración Propia a partir de Nakamoto S., 2009

#### 2.1.5.4. Bloque

Los bloques contienen las transacciones e información de los usuarios que participaron en toda la cadena. Cada bloque está compuesto por una marca de tiempo mediante la cual se especifica el momento en que se realizaron las transacciones ejecutadas en él y una respectiva función Hash (número cifrado) que es el producto de la combinación de las transacciones y verificación y/o referencia del bloque anterior.

Por lo tanto, cada bloque tiene un lugar específico e inamovible dentro de la cadena, lo que brinda la característica de inmutabilidad y trazabilidad, ya que cada bloque contiene información del Hash del bloque anterior, como se muestra en la Figura 2.4. Una réplica de esta cadena de bloques es grabada en las unidades de almacenamiento de cada nodo miembro de la red Blockchain.

Figura 2.4: Cadena de Bloques conteniendo Transacciones, enlazadas a través de sus respectivos Hash



Fuente: Elaboración Propia a partir de Nakamoto, 2009

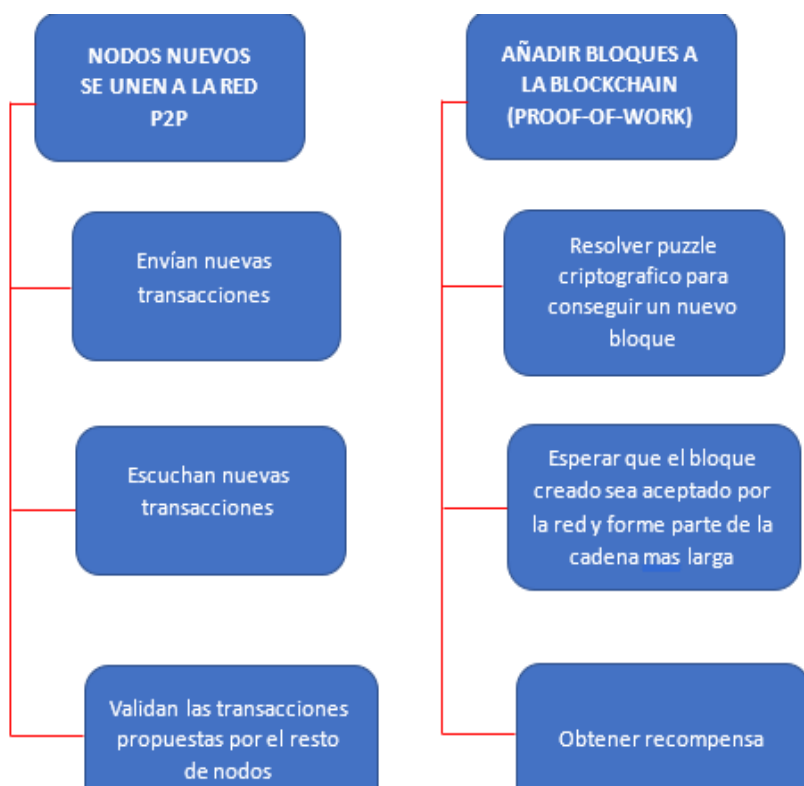
### 2.1.5.5. Nodos Mineros

Son los nodos que se encargan de la creación de nuevos bloques, enlace de la cadena y determinar la validez de nuevas transacciones. Los nodos deben compartir la misma historia por ello aseguran la seguridad en las transacciones. En la Figura 2.5 se puede apreciar su funcionamiento, el cual es el siguiente:

- Las nuevas transacciones y/o operaciones se comunican a todos los nodos.
- Los nodos agrupan las transacciones en un nuevo bloque.
- Los nodos mineros validan las transacciones y comunican a todos los nodos.
- Los nodos mineros aceptan la validez del bloque empiezan a trabajar en el nuevo bloque con la función Hash.

En la siguiente Figura 2.5, se muestra a detalle el funcionamiento según la etapa en la que ejecutan los nodos mineros. Primero se conectan y Recolectan Datos, luego, intentan calcular el próximo bloque y si lo consiguen obtienen una recompensa en criptomonedas:

Figura 2.5: Proceso utilizado por los Nodos Mineros para añadir Bloques nuevos en la Blockchain



Fuente: Adaptado de Dolader, Bel y Muñoz, 2017

### 2.1.5.6. Identidad Digital

Una de las aplicaciones que se han derivado de la aparición de la Blockchain es el concepto de Identidad Digital, mediante la cual, las personas podrán definir qué datos personales son los que desea compartir con terceros.

La utilización de Blockchain como parte de las actividades diarias de las personas trae consigo la necesidad inherente de proteger la la identidad personal, por lo que su uso en el Modelo propuesto debe considerar aprovechar las características de seguridad con el objetivo de prevenir violaciones de privacidad.

El W3C (World Wide Web Consortium), en Noviembre de 2019 ha normado las especificaciones de Identidad Digital a través del Modelo de Credenciales Verificables.

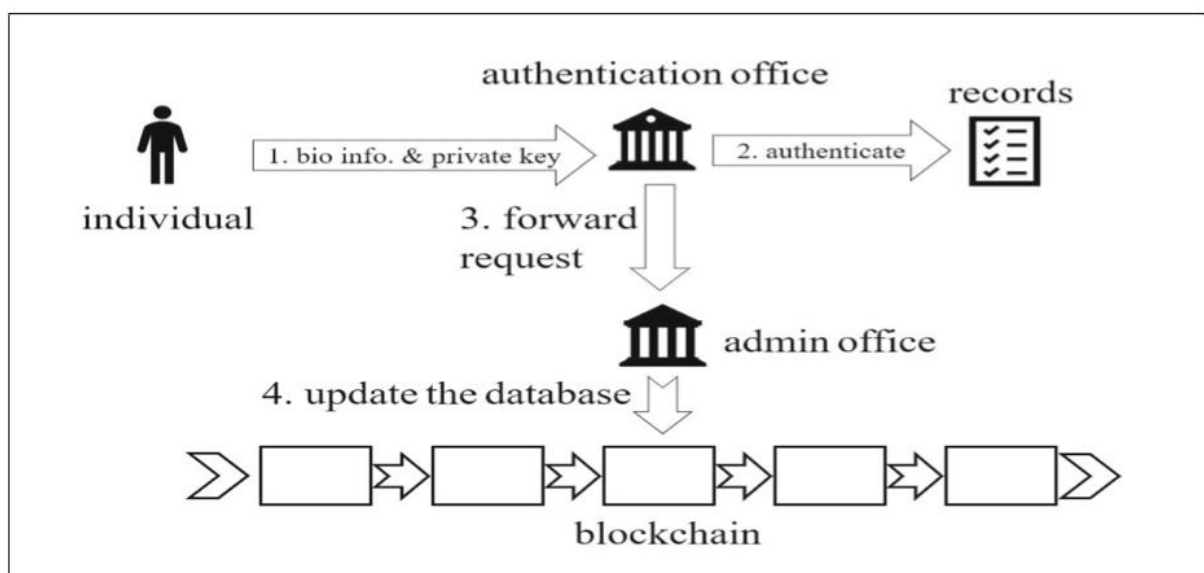


Este Modelo ha sido diseñado con el objetivo de que las organizaciones adopten este estándar en búsqueda de la protección de los datos personales de las personas con las cuales interactúan, con lo que la cual cada persona o ciudadano, una vez que ha verificado su identidad ante una Autoridad Gubernamental de Confianza, obtiene su Identidad Digital Soberana, mediante la cual puede crear versiones propias de Identidad Digital, cada una de ellas conteniendo solamente la información que desee compartir. Por ejemplo, podría crear una identidad digital que certifique que es mayor de edad, sin necesidad de mostrar la fecha de nacimiento, puesto que aplicando una la regla de mayoría de edad, al encontrarse satisfecha, se genera como componente único de esta Identidad Digital, un nuevo tipo de dato “Mayor de Edad: SI” dato que se certifica mediante la firma de la Autoridad de Confianza.

Como indica Zárate (Entrevista Stamping.io, 2020), estas credenciales se basan en la creación de una Identidad digital descentralizada (DID por sus siglas en inglés). A diferencia de identificarnos mediante un DNI, que contiene muchos los datos personales como fotografía, nombres, apellidos, fecha de nacimiento, huella dactilar, firma, entre otros, las Identidades Digitales, permiten que un ciudadano, sin necesidad de entregar documentos que contengan información que puede ser considerada sensible o incluso que se presuma pueda ser empleada de forma discriminatoria o no deseada, identificarse mediante una Wallet que cuenta con la verificación de una Autoridad de Confianza, usualmente basada en una verificación biométrica, lo que demuestra la titularidad indubitable del ciudadano, debido a que contiene la validación previa de la autoridad, por ejemplo RENIEC.

Otros investigadores, como Al Mamun et. al (2020), proponen sistemas de identificación basados en Blockchain, como se muestra en la Figura 2.6

Figura 2.6: Propuesta de Sistema de Identificación Basado en Blockchain



Fuente: Al Mamun et. al, en *Blockchain-Based Digital Identity* (2020)

Una vez identificado plenamente al ciudadano titular del Wallet presentado, a través de su identidad digital, es a este Wallet, al que se enviarán de forma segura y sin afectar la privacidad del mismo su Títulos Profesional. Asimismo, con esta Identidad Digital el profesional podrá demostrar que ha obtenido un Grado Académico, sin necesidad de mostrar un PDF o papel, puesto que la Identidad Digital tendría entonces la verificación mediante firma digital que la Universidad le ha conferido.

Si bien existe una norma del W3C, la Identidad Digital se encuentra aún en desarrollo, y las nuevas tecnologías basadas en Blockchain exigen que los datos personales cuenten con la máxima protección posible, por lo que las Credenciales Verificables o DID serán en mediano plazo una característica que el modelo debe soportar.

#### 2.1.5.7. Falsificación de documentos PDF con Firmas Digitales, sin Blockchain

A diferencia de Blockchain, que funciona sin necesidad de intermediarios o terceros de confianza, como se puede apreciar en los apartados precedentes, las Firmas Digitales basadas en Certificados Digitales requieren un registro de emisores y entidades de confianza.

Las firmas digitales en la actualidad son ampliamente conocidas por su representación y verificación en archivos PDF mediante herramientas proporcionadas por la empresa Adobe y otros fabricantes de software. Sin embargo, este estándar de presentación de documentos no fue concebido teniendo en cuenta aspectos de seguridad ni firmas digitales, sino que fue adaptado para soportar esta tecnología, por lo que en el transcurso del tiempo aparecen distintas fallas y vulnerabilidades en el uso de este mecanismo, por ejemplo:

- Los Smartphones y dispositivos móviles no cuentan con herramientas de validación de firmas digitales en archivos PDF y los muestran sin ningún tipo de alerta.
- Es muy sencillo adquirir Certificados Digitales en Internet y colocarle como descripción visual cualquier texto; con ello, es posible generar un archivo PDF de forma fácil y añadir firmas digitales, las que visualmente sean similares e incluso tengan el mismo nombre de las autoridades universitarias. Cualquier herramienta de visualización de archivos digitales PDF reportará las firmas como válidas y sólo personas muy minuciosas o especializadas podrían percatarse del engaño.
- Ataque ISA: El estándar PDF contiene una funcionalidad llamada “Incremental Saving” que permite añadir información sobre un archivo PDF sin invalidar la firma previa (Mladenov, Mainka, Selhausen, Grothe y Schwenk, 2018).
- Otros ataques: USF (Universal Signature Forgery) y SWA (Signature Wrapping Attack) son otros ataques de archivos PDF que demuestran la vulnerabilidad de este tipo de documentos. Eventualmente, pueden descubrirse nuevas vulnerabilidades o aparecer nuevas en versiones posteriores del estándar PDF.
- Almacenamiento y custodia de certificados o claves privadas en ambientes de terceros. En ocasiones las autoridades registradas en la SUNEDU como firmantes de los Grados Académicos y Títulos Profesionales proporcionan las llaves privadas a un proveedor especializado para que este último genere e incorpore sus firmas digitales en los archivos PDF resultantes. Esto no es recomendable dado que las llaves privadas pueden filtrarse

y en adelante cualquier atacante puede generar documentos que figuran como válidos sin serlo.

## **2.2. Marco Legal Normativo e Identificación de Brechas**

### **2.2.1. Falsificación de Documentos**

Es motivación de la presente investigación reducir las falsificaciones de Diplomas de Grados Académicos y Títulos Profesionales dado el impacto negativo en la sociedad. De acuerdo al Artículo N° 427 del Decreto Legislativo N° 635, crear o usar un Título Falso constituye un delito de carácter penal contra la fe pública, y se establece que el infractor puede ser enviado a prisión entre 2 a 10 años.

### **2.2.2. Firma Digital**

Para la presente investigación examinamos la Ley N° 27269 “Firmas y Certificados Digitales” la cual fue publicada en el diario El Peruano el 08 de Mayo del año 2000.

La firma digital utiliza una técnica criptográfica que permite al receptor identificar la identidad del firmante y validar la veracidad del mensaje.

En el Artículo N° 03 la Ley N° 27269 “Firmas y Certificados Digitales”, indica que la firma digital debe tener una clave privada exclusiva del usuario y otra clave pública del certificado digital y a través de ella se pueda validar la veracidad del firmante y el mensaje. En el Perú, El Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC) pone a disposición de los ciudadanos la creación de la firma digital a través de su software “ReFirma”. En la Figura 2.7 se puede apreciar el esquema de uso de esta herramienta.

Figura 2.7: Proceso de firma digital de RENIEC



Fuente: RENIEC.

### 2.2.3. Certificado Digital

Es un documento electrónico generado digitalmente que a través de la firma digital facilita identificar al emisor y brinda mayor seguridad en la validación del documento a través de la clave pública.

Según el Artículo N° 07 de la Ley N° 27269 "Firmas y Certificados Digitales", indica que los certificados digitales emitidos por las entidades de certificación deben contener al menos:

- Datos que identifiquen indubitablemente al suscriptor.
- Datos que identifiquen a la Entidad de Certificación.
- La clave pública.
- La metodología para verificar la firma digital del emisor aplicada al Certificado.
- Número de serie del certificado.
- Vigencia del certificado.
- Firma digital de la Entidad de Certificación.

### 2.2.4. Empresas acreditadas por el INDECOPI

Debido a la actual coyuntura del COVID-19 y el aislamiento social decretado por el Gobierno Central muchas entidades públicas y privadas se han inclinado a utilizar las firmas y certificados digitales con el objetivo de continuar con sus trámites y procesos empresariales.

En este proceso de equivalencia entre la firma manuscrita y la firma digital, Indecopi como autoridad encargada de la Infraestructura Oficial de Firma Electrónica (IOFE) es la encargada de acreditar y registrar las herramientas de software utilizadas por las entidades que ofrecen este servicio.

Al mes de diciembre del 2020, INDECOPI tiene acreditadas a cincuenta y nueve (59) empresas a través de su Registro Oficial de Prestadores de Certificación Digital (ROPS), en la cual se visualiza los software y otros productos que complementan sus servicios, en la siguiente Figura 2.8 se listan algunas empresas acreditadas.

*Figura 2.8: Entidades debidamente acreditadas en Firma Digital*

**ENTIDADES DEBIDAMENTE ACREDITADAS:**

Nº	EMPRESA/ENTIDAD PÚBLICA	SERVICIO O PRODUCTO ACREDITADO
1	ACJ Soluciones S.A.C (RUC Nro. 20604097551)	1.1. Software de Firma Digital (Librería de Firma Digital ACJ Signature versión 1.0)
2	Acepta Perú S.A.C. (RUC Nro. 20562999711)	2.1. Entidad de Certificación 2.2. Entidad de Registro o Verificación (*Consulte Venta de Certificados Digitales) 2.3. Prestador de Servicio Añadido (Sellado de Tiempo) 2.4. Software de Firma Digital (Librería Firmador Acepta versión 1.2)
3	Auraportal Perú S.A.C (RUC Nro. 20600340043)	3.1. Software de Firma Firma Digital (BPM AuraPortal Helium compilado 20140318)
4	BigDavi S.A.C (RUC Nro. 20603038160)	4.1. Software de Firma Digital (DaviSign versión 1.0) 4.2. Prestador de Servicio de Valor Añadido (Sistema de Intermediación Digital)
5	BigPrime S.A.C. (RUC Nro. 20601308992)	5.1. Software de Firma Digital (BigSigner versión 1.1)
6	Bit4ID S.A.C. (RUC Nro. 20555049464)	6.1. Entidad de Certificación Raíz y Entidad de Certificación nivel subsiguiente 6.2 Entidad de Registro o Verificación (*Consulte Venta de Certificados Digitales) 6.3 Prestador de Servicio Añadido (Sellado de Tiempo) 6.4 Software de Firma Digital (Motor de Firma4NG versión 7.0)

Fuente: [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)

### 2.3. Análisis de Estado del Arte en el Mundo

La tecnología Blockchain es considerada como una de las más innovadoras de los últimos años según indican los expertos colocándola al nivel del propio Internet, y la aplicación de esta

tecnología se ha ampliado a otras áreas más allá de la economía, como educación, comercio, medicina, entre otras. (Piscini, Dalton y Kehoe, en Panorama de Blockchain y Ciberseguridad, 2018).

A la fecha de elaboración de esta Tesis, se han encontrado muy pocas Instituciones Educativas que utilizan de forma extendida la tecnología Blockchain, y algunas que recién están experimentando sus primeras emisiones. A pesar de ello, se han identificado varias Universidades que han realizado estudios y publicaciones sobre la tecnología aplicada en los Grados y Títulos, así como también participan en el desarrollo la tecnología para emitirlos, almacenarlos en Blockchain, presentarlos y validarlos usando el estándar propuesto por el MIT, Blockcerts. Consideramos que puede resultar de interés revisar en una fecha posterior a la presentación de esta Tesis los resultados obtenidos por dichas universidades:

- Universidad de California en Berkeley
- Universidad de California en Irvine
- Harvard University, División de Educación Continua
- Instituto Tecnológico de Massachusetts, MIT
- Universidad Delft de Tecnología en los Países Bajos
- Instituto Hasso Plattner (Universidad de Potsdam, Alemania)
- Tecnológico de Monterrey en México
- Universidad Técnica de Munich en Alemania
- Universidad de Toronto en Canadá.

En el sector de educación una de sus aplicaciones es en la emisión de grados y títulos con excelentes resultados; sin embargo, debido a que se considera una tecnología aún reciente, no se está aprovechando todo su potencial de forma global, y por ello esperamos que esta investigación contribuya en la toma de decisiones para adoptar esta tecnología. En algunos países encontramos los siguientes casos resaltantes.

### **2.3.1. Chipre - Universidad de Nicosia**

Si bien la Universidad de Nicosia reclama ser la primera Universidad en utilizar la tecnología Blockchain en el mundo (<https://www.unic.ac.cy/iff/blockchain-certificates/>) para la emisión de títulos académicos, no ha definido o publicado un estándar, sino que redirige a una solución comercial a través del sitio web <https://block.co>.

La Universidad de Nicosia plantea utilizar la tecnología blockchain de una forma simple y efectiva. Propone, a manera de receta, utilizar los siguientes pasos para aprovechar la tecnología Blockchain:

- Crear un archivo PDF con información básica como el nombre del estudiante, carrera, año de graduación, nombre de la universidad, fecha de emisión, entre otros.
- Firmar el contenido de texto indicado mediante una llave privada que sólo la institución posee. Incluir el resultado de la firma en el archivo PDF
- Calcular el Hash SHA-256 del archivo PDF para verificar que no ha sido alterado.
- Utilizar la misma llave privada para crear un registro en la Blockchain, garantizando de esta forma la inmutabilidad y el no repudio.

Si bien estos pasos cumplen con garantizar la inmutabilidad y el no repudio, existen algunos factores que no se contemplan como la inclusión de una Autoridad Educativa y la posibilidad de generar la revocación de un Grado Académico o Título Profesional ya generado.

Por otro lado, al ser un procedimiento en el que se prepara de forma paralela el texto a incluir en un PDF y luego se añade una firma digital con el mismo contenido, existe la posibilidad de tener pequeñas diferencias en el flujo de datos que posteriormente invaliden al documento.

### **2.3.2. Estados Unidos - Instituto Tecnológico de Massachusetts**

Esta institución desarrolló un set de herramientas de software bajo la modalidad open-source, denominada Blockcerts, mediante el cual, través de la tecnología Blockchain y las especificaciones Open Badges, cualquier persona o institución puede emitir, compartir, presentar y verificar certificados digitales de logros académicos (Hasan, 2019).



La plataforma Blockcerts fue desarrollada por Learning Machine y con el soporte del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) en el año 2016, esta plataforma tiene como apoyo principal a la tecnología Blockchain Bitcoin. El Blockcerts es un sistema de validación descentralizado cuyas credenciales son inmodificables. En el sector educación se está utilizando para la validación de diplomas digitales emitidos por instituciones que adoptan los estándares de esta plataforma. La plataforma permite a los estudiantes y empresas utilizar la Blockchain de bitcoin para verificar y validar los diplomas y en caso de los alumnos egresados compartirlos con los que deseen.

El MIT inició un piloto en el año 2017 para la emisión de certificados digitales. Utilizando la tecnología Blockcerts, se emitieron 111 títulos académicos digitales los cuales pueden visualizarlo en Smartphones a través de un aplicativo llamado “Blockcerts”, esta forma no convencional de entregar los certificados tiene las ventajas de tener la información segura, verificable y poder compartirla con los empleadores, colegas o con instituciones que cada profesional decida.

En la Figura 2.9 se muestran las diferentes capas o niveles en los que un Certificado Digital emitido con Blockcerts puede ser analizado. Se coloca por encima la capa Presentación como la representación visual del Certificado Digital; sin embargo, esta representación es generada a partir de la siguiente capa, Contenido, la cual, en el formato estándar JSON, contiene los datos del Grado Académico, así como la firma digital del emisor (en este caso el MIT).

Finalmente, como se aprecia en el gráfico, ambas capas se sostienen sobre la capa denominada Receptor, que es el app instalado en el Smartphone, que está conectado a la Wallet del Titular en la Blockchain, y que puede realizar la presentación y validación del Certificado Digital.

Figura 2.9: Capas de un Grado Académico emitido con el estándar Blockcerts

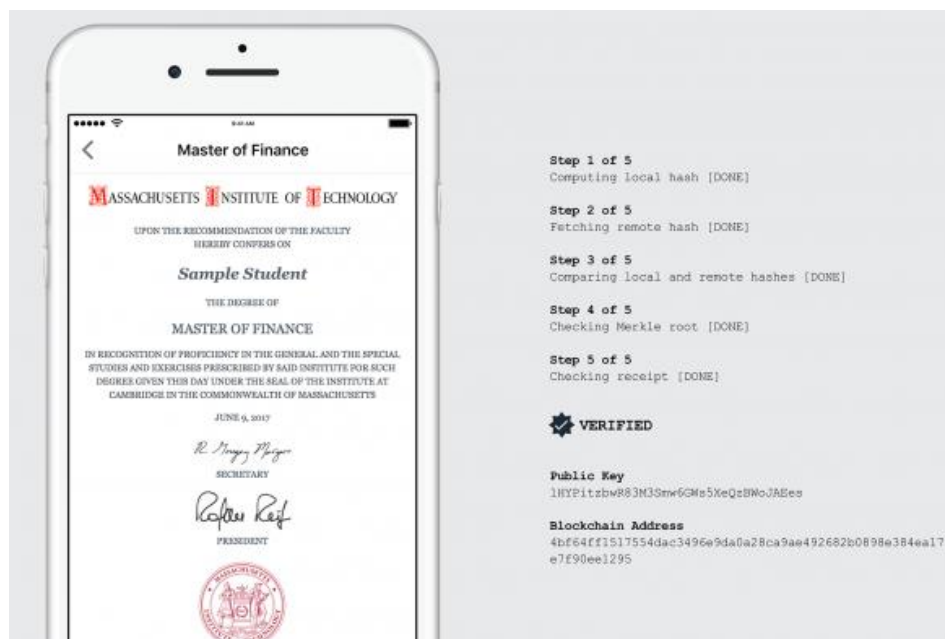


Fuente: MIT News - Noticias

Al utilizar el aplicativo Blockcerts, es posible realizar la validación de un Diploma. Como se muestra en la Figura 2.10, el aplicativo no solo permite visualizar la imagen (a través de una representación visual generada dinámicamente) del certificado, sino también compartirlo y lo más importante, verificarlo.

El app utiliza el estándar Blockcerts para revisar la inscripción en la blockchain, valida las firmas digitales, verifica que ha sido generado por el emisor autorizado y como paso final, valida que el Certificado se encuentre vigente y no haya sido revocado, para finalmente mostrar los resultados de validación en pantalla.

Figura 2.10: Validación de diploma con Blockcerts



Fuente: MIT News - Noticias

Si bien la validación es realizada por el app, ante su ausencia o la necesidad de realizar la validación de múltiples certificados, desde herramientas propias de una empresa a fin de evitar errores o integrarlo a un sistema, también es posible realizar la validación y verificación utilizando las especificaciones del estándar Blockcerts.

De esta forma, al utilizar las especificaciones del estándar abierto publicado por Blockcerts, una aplicación o módulo de consulta puede ejecutar el proceso de verificación con certeza de que el resultado es confiable, exacto y a prueba de falsificaciones, por lo que todo Título Profesional verificado con este estándar es genuino y auténtico.

En la Figura 2.11 se muestra un resumen ilustrativo de los pasos que una aplicación tercera puede ejecutar a fin de realizar la validación de un certificado digital e incluso validar si el mismo no ha sido revocado.

Figura 2.11: Validación y verificación realizada utilizando Blockcerts



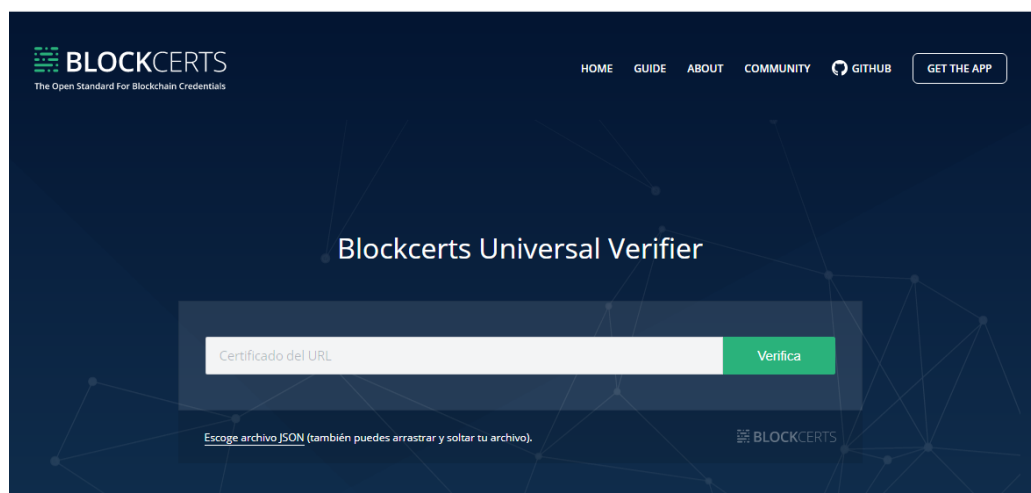
Fuente: *Potential of Blockchain to Solve Fake Diploma Problem (Hasan, 2019).*

Los diplomas digitales también pueden ser verificados en la web a través de la página web <https://www.blockcerts.org/>.

Realizar la validación de Títulos Profesionales directamente en el sitio web de Blockcerts puede ser de mayor utilidad a aquellos que quieran tener la plena certeza de utilizar la última versión disponible del estándar y que no estarían usando un app defectuoso.

En la Figura 2.12 se muestra la página web Blockcerts, lo cual ayudará a comprender mejor lo antes expuesto.

Figura 2.12: Sitio Web Blockcerts para validar certificados digitales emitidos con el estándar



Fuente: [www.blockcerts.org](http://www.blockcerts.org)

### 2.3.3. Colombia - Universidad Nacional de Colombia

Esta Universidad inició su proceso de transformación digital en la cual desde el año 2019 emite sus grados y títulos digitales soportados en la tecnología eTítulo (División de Thomas Signe). Al implementar este nuevo procedimiento con esta tecnología la institución ofrece mayor confianza a los estudiantes y stakeholders debido a que la tecnología es inmutable. Tiene las siguientes ventajas:

- Es un servicio novedoso, eficiente, económico y de fácil acceso para los estudiantes ya que pueden descargarlo y compartirlo con los interesados.
- El título digital cuenta con la misma validez que el diploma físico, los filtros de seguridad, las firmas digitales, código de verificación y QR.
- Los códigos de verificación se validan en la página web [www.etitulo.com](http://www.etitulo.com), en la siguiente Figura 2.13, se muestra la página web de e-Título.

Figura 2.13: Página web e-Título



## Validador de eTítulos

Por favor, para proceder a la validación de tu eTítulo introduce el \*código CSV de tu documento firmado, en los campos del formulario.

\* Te indicamos en amarillo donde está el código CSV en tu eTítulo.



Código CSV

Fuente: [www.etitulo.com](http://www.etitulo.com)

El código de verificación (CSV) es el que se muestra en la Figura 2.14.

Figura 2.14: Código de verificación (CSV)

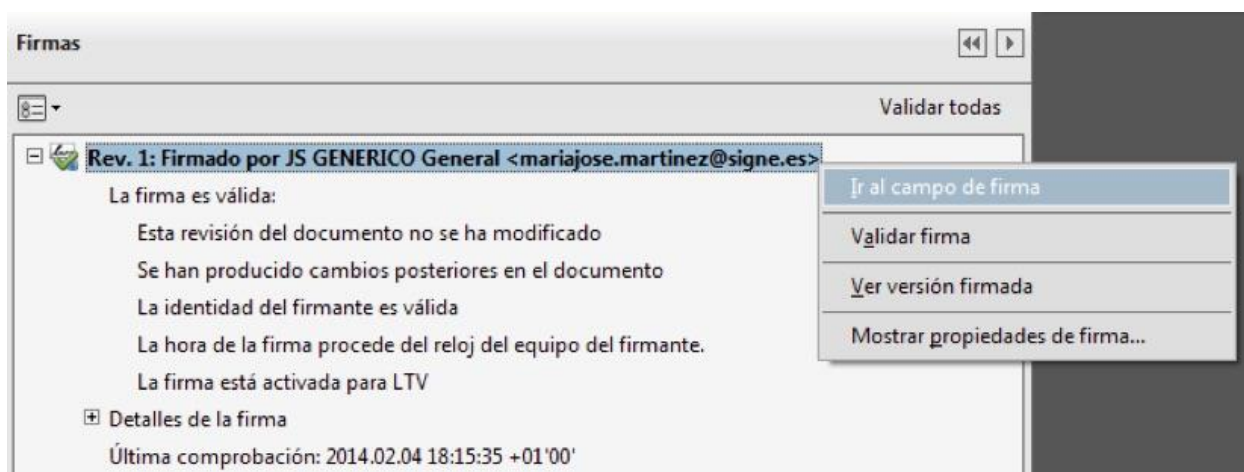


Fuente: Universidad Nacional de Colombia

La Universidad Nacional de Colombia manifiesta que está garantizando la confianza y seguridad en la emisión de títulos y mejorar la eficiencia de sus procesos. Sin embargo, en la actualidad la emisión de Títulos Electrónicos es un paso adicional al proceso de entrega del título físico, posterior al cual se invita a los egresados a descargar la versión electrónica.

Los títulos electrónicos de eTítulo son descargables como una copia con Valor Legal del documento original en físico previamente entregado y para su ostentación requiere adquirir un certificado digital renovable cada 3 años.

Figura 2.15: Títulos Electrónicos de eTítulo emitidos como archivos PDF con Firma Digital



Fuente: *Signe en Documento Validación de Título (2014)*

Luego de conversar con representantes de la tecnología detrás de eTítulo, se verificó que se utilizan estándares de Firma Digital sobre archivos PDF y considera a la Autoridad Educativa como parte del proceso. La propuesta de Thomas Signe es utilizar los Certificados Digitales de forma clásica para la protección de archivos PDF y la validación realizable a través de su propio portal. Uno de los principales aportes del título electrónico generado por eTítulo, es la utilización del código QR a fin de poder acelerar el proceso de validación y verificación. el QR contiene un enlace a un servicio de verificación en línea donde se podrá comparar los datos contenidos en el PDF o incluso una fotografía del mismo y contrastarlos a fin de verificar su autenticidad. En la Figura 2.16 se muestra una imagen del manual de uso de eTítulo.

Figura 2.16: Lectura del Código QR de un Título Electrónico generado por eTitulo



Fuente: Signe, en Documento Validación de Título (2014).

Por otro lado, según se observa en el sitio Web de eTitulo de Colombia (<http://www.etitulo.com.co/faq/>), los titulados deben renovar un Certificado cada 3 años con el objetivo de poder demostrar la validez del Título que poseen por un costo de 5 euros. Si bien este costo no existe en el esquema tradicional de Títulos Físicos, se podría justificar que es un ingreso necesario para mantener la plataforma de eTitulo; sin embargo, este modelo implica una relación permanente con una empresa, lo cual consideramos innecesario y no debería afectar en el proceso de demostrar la ostentación de un Grado Académico.

Si bien no se evidenció que ya esté utilizando la Blockchain de forma extendida, eTitulo ha anunciado con las universidades complementar o modificar sus estándares para soportarlo.

Una desventaja identificada en el modelo es que sólo se puede realizar la validación de los documentos con las propias herramientas de eTitulo, lo que si bien genera en la actualidad una excelente oportunidad para los accionistas de Thomas Signe u otras compañías similares que puedan aparecer en el mercado si se realiza una oferta comercial agresiva, generaría en el



futuro una complejidad en la validación de los certificados, puesto que, por ejemplo los empleadores, tendrían que utilizar una herramienta de validación distinta para cada certificado según la empresa que lo emitió.

Asimismo, la Universidad manifestó que sólo el 29.1% de los egresados han descargado y se han beneficiado de poseer el Título en formato electrónico. Una solución para ello es convertirlo en estándar para la emisión y validación a través de un white paper y una vez patentado sea licenciado y puesto a disposición del público en general y otras empresas, las que generarían ingresos para Signe en lugar de obtenerlos (o no) de los titulados, a fin de que la inversión en esta tecnología no sea perdida sino por el contrario aprovechada por el fabricante de software.

#### **2.3.4. España - eTítulo de Signe y Controversias**

En España existen muchas Universidades que utilizan el producto de Signe como se realiza actualmente en Colombia. Universidades como la de Extremadura, la Pompeu Fabra o la de Almería luego de adoptar la tecnología de Signe como parte de sus servicios, manifiestan, coincidiendo con la declaración de Signe, que los Títulos generados con esta herramienta tienen “la misma validez y eficacia que el título en papel”.

Sin embargo, el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades ha cuestionado estas afirmaciones y puesto en duda la veracidad de la declaración, puesto que el eTítulo es una copia, que no está sustituyendo al Diploma en Físico, sino que puede sustituirlo cuando es necesario. Asimismo, tras estos cuestionamientos, Signe confirma que, a pesar del nombre comercializado como eTítulo, “no se trata de un título digital, sino de una copia electrónica auténtica” y que su utilización es viable sólo en aquellos trámites donde se le admita.

Ante ello, Universidades como la Autónoma de Madrid han descartado ofrecer el servicio de copias auténticas en formato digital como las que provee Signe debido a que no tendrían suficiente cobertura legal.

### **2.3.5. España - Proyecto Red Blue de Certificación de Títulos Universitarios**

En Octubre del año 2018, lanzaron el proyecto Red Blue con el objetivo de la certificación de títulos universitarios soportados con la tecnología Blockchain en España y evitar las falsificaciones en pregrado y posgrado.

Este proyecto es iniciativa de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), cuenta con el apoyo de la empresa Ibermática, la organización académica y de investigación universitaria llamada RedIRIS y el respaldo de la comisión Europea.

Ibermática a través de su plataforma Chain Talent (Blockchain elaborado en base a Hyperledger Fabric) permitirá el enlace con las distintas Universidades de España e europeas validando los títulos presentados por los egresados.

Hyperledger Fabric es una plataforma abierta para el desarrollo de la tecnología Blockchain en el cual participan grandes empresas a nivel global en los sectores de banca, finanzas, manufactura, tecnología y logística. Esta plataforma no está asociada a ninguna criptomoneda, el objetivo principal es crear un Framework que es entorno de trabajo estandarizado de criterios que sirve de referencia en todos los desarrollos de Blockchain.

Chain Talent es una plataforma en Blockchain para realizar la validación de títulos universitarios desarrollado por la empresa Española Ibermatica. Las Universidades del grupo CEU San Pablo ubicadas en Madrid actualmente utilizan la plataforma para la validación de títulos universitarios en España, como se puede apreciar en la Figura 2.17.

Figura 2.17: Página web Chain Talent



Fuente: [www.chaintalent.io](http://www.chaintalent.io)

### 2.3.6. Perú - Universidad ESAN

Antes de implementar la solución de Diplomas de Grado en formato digital, se utilizaba el formato tradicional de imprimir en papel especial y firmar manualmente cada Diploma.

En la actualidad, desde el año 2019, luego que el Consejo Universitario otorga los grados, la Oficina de Grados y Títulos de la Universidad ESAN elabora una base de datos a partir del Sistema Académico, junto con los datos de la graduación y acuerdos del Consejo, a fin de enviar a la SUNEDU.

Hasta inicios del 2020, la información se enviaba también en formato físico, pero ante la aparición de la pandemia COVID-19, ya no se requiere el envío de documentación física a fin de que aprueben el registro, sino que es de forma electrónica.

Una vez completados los pasos previos, la Base de Datos es enviada a la empresa proveedora de servicios especializados de generación de documentos con firma digital, que en el caso de la Universidad ESAN es la empresa CANVIA, la cual custodia las llaves privadas (PKI)

de los certificados digitales de las autoridades de la Universidad (Rector, Decano, Secretaría Digital y Grados y Títulos).

En la Figura 2.18 se observa un Grado Académico de Bachiller cuyas firmas gráficas y digitales se encuentran incorporadas en el PDF. Este archivo es verificable por sí mismo en cuanto a validez de contenido y firma digital; sin embargo, como se detalla en la sección 2.1.5. de esta Tesis, existe evidencia suficiente de que no son plenamente seguras y verificables.

*Figura 2.18: Diploma de Grado Académico de Bachiller (Página 1 - Equivalente al Anverso)*



*Fuente: Entrevista Zoom con Universidad ESAN (2020)*

La Digitalización del Proceso de emisión de Grados Académicos y Títulos Profesionales en ESAN ha considerado la utilización del código QR que permite visualizar una copia del archivo PDF, que es custodiado por la Universidad y/o el Proveedor. Como se aprecia en la Figura 2.19, el código QR se encuentra en la página 2 del archivo PDF (Que equivale al “reverso” del título en físico) y al seguir el enlace que contiene, permite la visualización en cualquier momento y desde cualquier lugar del documento.

Figura 2.19: Diploma de Grado Académico de Bachiller (Página 2 - Equivalente al Reverso)



Fuente: Entrevista Zoom con Universidad ESAN (2020)

Por ello, se considera que la Universidad ha llevado a cabo exitosamente una transición del proceso de emisión de los Diplomas Físicos a Diplomas Digitales considerando todos los aspectos requeridos en el mundo físico y encontrando un equivalente en el mundo digital, como se detalla en la Tabla 2.3:

Tabla 2.3: Digitalización del Proceso de Emisión de Diplomas de Grados y Títulos

Componente	Método Tradicional	Método Digital
<b>Preparación Previa a la Emisión</b>	Sin cambios, se espera a la aprobación del Consejo Universitario y envío a SUNEDU.	
<b>Soporte del Diploma</b>	Cartulina Especial	Archivo PDF
<b>Texto, Gráficos y Logos</b>	Impresos	Generados Digitalmente
<b>Páginas</b>	Anverso y Reverso	PDF de 2 páginas
<b>Firmas de Autoridades</b>	Manuscritas	Gráficos añadidos
<b>Validez de la Firma</b>	Grafotécnica	Firmas Digitales
<b>Custodia</b>	Archivo Físico	Archivo Digital
<b>Verificación</b>	Cartas y Correo	QR Autoverificable

Fuente: Entrevista Zoom con Universidad ESAN (2020)

Sin embargo, se considera que la Digitalización del proceso presenta algunos riesgos de aceptación de los Títulos en otros ámbitos dada la ausencia de un mecanismo que brinde cobertura legal.

Por ejemplo, considerando las declaraciones de la Universidad Autónoma de Madrid, de no aceptar emitir copias auténticas de los Títulos Profesionales, tampoco aceptarían validar una copia auténtica del Título Profesional emitido por ESAN en caso algún egresado desee convalidar su Grado Académico en dicha Universidad.

Si bien este proceso ha sido llevado a cabo de forma satisfactoria para la Universidad y sus egresados, puede complementarse, de forma rápida, con la inscripción de los Hash SHA256 de los archivos PDF en la Blockchain.

Por ello, se plantea como una primera etapa para no desaprovechar la existencia de servicios sobre Blockchain, utilizar servicios como los de la compañía Stamping.io, empresa local que ha desarrollado una plataforma de servicios de sobre Blockchain.

Servicios como los de Stamping.io incluyen además del valor probatorio mediante el uso de técnicas criptográficas para el “estampado” de archivos PDF en la Blockchain dos características muy interesantes que multiplican la seguridad y brindan mayor confianza:

- El “Estampado” en la blockchain, o inclusión de datos, de forma simultánea en las Blockchain de diferentes criptomonedas: Bitcoin, Ethereum, Litecoin, LACChain, Evidenchain y la propia StampingChain.
- Añade valor legal a los documentos inscritos en las diversas Blockchain, al generar cada 30 minutos un Certificado Digital que contiene la Firma Digital de una autoridad de TimeStamping (Sellado de Tiempo) autorizada por el INDECOPI.
- Dicho documento contiene la lista de los Hash enviados a estampar en las distintas Blockchain y sirve como Evidencia Forense con Valor Legal Pleno. En la Figura 2.20 se puede apreciar un ejemplo de dicho Certificado.

Figura 2.20: Certificado Digital de Evidencia Forense que almacena Hash Inscritos en Blockchain:



Fuente: Entrevista a José Zárate (Stamping.io, 2020)

Como segunda etapa, una vez los Títulos Digitales ya se encuentren estampados en la Blockchain, se recomienda preparar la Transformación Digital del Proceso de Emisión de Títulos Profesionales usando las especificaciones planteadas en el modelo descrito en el Capítulo 5 de esta Tesis. Y eventualmente, si la normativa lo llega a exigir, o como mecanismo de seguridad y contingencia, se requiere el uso Firmas Digitales tradicionales para darle Valor Legal a las Evidencias Probatorias que brinda la Blockchain, se recomienda utilizar los servicios de estampado en Blockchains simultáneas y de certificación digital tradicional como los que brinda la mencionada empresa.



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

#### 3.1. Tipo de Investigación

Hernández, Fernández y Baptista (2006), indican que el análisis descriptivo “busca establecer criterios de rasgos, peculiaridades, importantes de cualquier fenómeno que se analice tendencias de un grupo o población”.

El objetivo del presente análisis del método de investigación es poder recolectar toda la información de manera independiente, para lo cual se ha realizado entrevistas a profundidad con tres grandes grupos los cuales son:

- Expertos en Blockchain para una explicación detallada de cómo funciona la Blockchain y la factibilidad de aplicarlo a la emisión de grados y títulos,
- Responsables de grados y títulos de Universidades locales, para poder conocer cómo funciona sus procesos actuales de emisión de grados y títulos,
- Funcionarios de la SUNEDU, para que nos comenten sobre sus procesos actuales y la viabilidad de implementar la tecnología Blockchain.

#### 3.2. Fuentes de Información

Para el desarrollo de la presente investigación, se ha recurrido a fuentes de información primarias y secundarias, las cuales se detallan a continuación:

##### 3.2.1. Fuentes Primarias

Como fuentes primarias, se ha recopilado y revisado literatura procedente de artículos de investigación y sitios web técnicos, los cuales nos han permitido analizar la información y desarrollar la presente tesis. Se han desarrollado también cuestionarios para realizar entrevistas virtuales a Encargados de oficinas de grados y títulos de Universidades, expertos en Blockchain y funcionarios de la Sunedu. Por la coyuntura actual del COVID-19 las entrevistas se realizaron de manera virtual igual que el trabajo de investigación.

.En estas entrevistas se obtuvo datos importantes sobre los procesos actuales de emisión de grados y títulos en Universidades. Así como su registro en SUNEDU, alcances, limitaciones, técnicas sobre la tecnología y beneficios de la implementación del Blockchain.

### **3.2.2. Fuentes Secundarias**

También investigamos sobre casos de éxito en el mundo en Universidades que están aplicando la tecnología Blockchain para emisión de grados y títulos en América y Europa.

Asimismo, se utilizaron artículos de empresas y sitios de noticias que interpretan el empleo de las diversas tecnologías a fin de poder conocer la apreciación de estas fuentes respecto a los hechos de primera mano encontrados en las fuentes primarias.

### **3.2.3. Criterio y Etapas de Selección**

Como primer punto de investigación, buscamos las opiniones de expertos en Blockchain, que hayan desarrollado o implementado esta tecnología en la emisión de diplomas digitales. También se utilizaron otros criterios indicados en la tabla 3.1, como la experiencia en el uso de herramienta tecnológica, la formación profesional y su actualización en Blockchain.

*Tabla 3.1: Criterio de selección de especialistas de Blockchain*

<b>Criterios de selección de los entrevistados</b>	<b>Características de los entrevistados</b>
Experto en Blockchain	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tener más de 6 años de experiencia implementando tecnología Blockchain.</li> <li>● Formación en ingeniería y/o afines.</li> <li>● Investigador de nuevas tecnologías</li> </ul>

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la segunda etapa nos enfocamos en realizar entrevistas a los responsables de grados y títulos de diferentes Universidades de Lima Metropolitana, quienes pudieran brindarnos mayor información sobre el desarrollo de sus procesos actuales, los tiempos de ejecución, las herramientas tecnológicas que utilizan.

En la tercera etapa entrevistamos a funcionarios de registro de grados y títulos de la SUNEDU, quienes nos indicaron, cómo funcionan sus procesos actuales, las tecnologías que están utilizando y flujo para el registro del grado y título en el portal de la SUNEDU.

Como última parte la recolección de datos, se utilizaron entrevistas y encuestas como métodos de validación, con dicha información se empezó a realizar el análisis utilizando la metodología del procesos analítico jerárquico, y comparando los resultados con las entrevistas, para poder determinar las conclusiones con mayor certeza.

### **3.3. Análisis Cualitativo**

Para el análisis cualitativo se utilizó el instrumento de recolección de datos que son entrevistas a profundidad, a expertos en Blockchain, responsables de grados y títulos de Universidades, así como a los funcionarios de la SUNEDU que ocupen cargos relacionados con el registro de los Grados y Títulos.

Por cada pregunta realizada al entrevistado, se realiza un análisis específico por respuesta brindada, lo cual nos permitió valorar la respuesta.

Como primera actividad que hemos realizado para la recolección de datos en la presente investigación es clasificar los tipos de entrevistas; siendo los primeros los expertos de blockchain, responsables de grados y títulos de universidades de Lima y Funcionarios de la SUNEDU.

Antes de realizar las entrevistas se han preparado modelos de preguntas, para cada tipo de entrevistados.

En caso de los expertos de blockchain, hemos buscado profesionales expertos en su implementación en especial en el rubro de educación.

En caso de los responsables de grados y títulos de las universidades, los entrevistados han sido personas con bastante experiencia en el rubro, con conocimiento de Blockchain y tecnologías de la información.

En caso de los responsables de la SUNEDU, se realizó la entrevista a algunos funcionarios según su disponibilidad, donde se les hizo preguntas sobre sus procesos actuales y cómo las nuevas tecnologías pueden ayudar, luego se realizó un análisis de la entrevista que está en el punto 3.6..

La ejecución de las entrevistas se realizaron de manera virtual todas motivado por la pandemia del COVID-19, nos ayudamos para la ejecución de de las entrevistas del balotario de preguntas; las preguntas eran respuestas abiertas para que el entrevistado tuviera mayor alcance del tema. Antes de realizar cualquier entrevista, se solicitó al entrevistado su autorización para poder grabar sus respuestas, y con dicha información nosotros podemos desarrollar un análisis más profundo de la respuesta brindada.

### 3.4. Objetivos de las Entrevistas

Los objetivos de las entrevistas según el análisis desarrollado se han definido por convención y se pueden visualizar en la Tabla 3.2

*Tabla 3.2: Objetivos de entrevista*

<p>Entrevistas a expertos en Blockchain</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar si es viable la aplicación del Blockchain en la emisión de grados y títulos en Universidades de Lima.</li> <li>● Conocer los casos de éxito de la aplicación del Blockchain en otras Universidades extranjeras.</li> <li>● Identificar los principales obstáculos de la implementación del Blockchain.</li> <li>● Identificar las diferencias del sistema tradicional versus la implementación del Blockchain.</li> <li>● Conocer a manera opinion los retos sobre el futuro del Blockchain.</li> </ul>
<p>Entrevistas a responsables de grados y títulos de las Universidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar el proceso actual de la emisión de grados y títulos.</li> <li>● Identificar si el sistema Blockchain es aplicable para la emisión de grados y títulos.</li> <li>● Conocer si es que las Universidades quieren pasar a la emisión de grados y títulos aplicando la tecnología del Blockchain</li> <li>● Conocer cuáles son los principales obstáculos cuando se implementa una nueva tecnología.</li> </ul>

<p>Entrevista al personal de la SUNEDU</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar si es viable la implementación de una nueva tecnología como la Blockchain para la emisión de grados y títulos.</li> <li>● Conocer cuáles son las principales barreras cuando se implementa alguna herramienta de tecnologías de la información.</li> <li>● Conocer si están dispuestos a migrar para utilizar una herramienta como la Blockchain para la emisión de grados y títulos.</li> <li>● Conocer cómo es su proceso actual y cómo debería ser aplicando la Blockchain.</li> </ul>
--	--

*Fuente: Elaboración Propia.*

### **3.5. Análisis Cuantitativo**

Para el análisis cuantitativo se ha utilizado el análisis de las encuestas, el cual nos permitió tener datos relevantes y poder visualizar la diferencias en la actualidad.

Las encuestas fueron realizadas a egresados, especialistas en Blockchain, responsables de grados y títulos de las Universidades y personal de la SUNEDU.

### **3.6. Método Multiatributo**

Luego de las entrevistas y revisión de las fuentes de información, necesitamos priorizar las diferentes alternativas de solución para nuestra problemática y posteriormente, decidir cuál sería la más conveniente. Para lograr lo antes mencionado y revisando diversos estudios de evaluación multicriterio, decidimos emplear el proceso analítico jerárquico, propuesto por Thomas L. Saaty, que nos permitirá reducir el nivel de subjetividad en la evaluación y toma de decisiones.

Según lo indicado por Barredo Cano (1996), el objetivo es poder expresar, en términos cuantitativos, su importancia; asimismo, señala que si bien es frecuente la asignación de pesos, la especificación de los mismos es una cuestión en la que no existe un método ampliamente aceptado para su determinación, pudiéndose generar controversias. Un factor importante del

método es que luego de asignar los pesos, se calcula un nivel de consistencia que permite valorar la relación de las características entre sí determinando su pertinencia y coherencia.

Como paso inicial, y teniendo en consideración toda la información recopilada, seleccionamos nuestros criterios claves:

1. Seguridad (inmutabilidad).
2. Aceptabilidad.
3. Rapidez.
4. Valor probatorio (No repudiabilidad).
5. Costo relacionado.

Luego, diseñamos una matriz cuadrada por cada parte interesada: egresado, Universidad y SUNEDU, en donde la cantidad de número de filas y columnas se establecen de acuerdo a los criterios seleccionados anteriormente, en la siguiente tabla 3.3 se muestra la matriz cuadrada.

*Tabla 3.3: Matriz cuadrada por cada parte interesada*

	Seguridad	Aceptabilidad	Rapidez	Valor probatorio	Costos
Seguridad	1	a	b	c	d
Aceptabilidad	1/a	1	e	f	g
Rapidez	1/b	1/e	1	h	i
Valor probatorio	1/c	1/f	1/h	1	j
Costos	1/d	1/g	1/i	1/j	1
Total	k	l	m	n	o

*Fuente: Elaboración Propia.*

De acuerdo a lo señalado por cada parte interesada, completamos la matriz con valores comprendidos entre 1 (igual importancia) y 9 (importancia extrema), mayor detalle revisar la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Desarrollo AHP escalas numéricas

Valor	Definición
1	Igual importancia
3	Importancia moderada
5	Importancia grande
7	Importancia muy grande
9	Importancia extrema
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios

Fuente: Elaboración Propia.

Debemos tener en consideración que la relación de consistencia en todos los casos debe ser menor al 10.0%. Para la estructura del modelo, realizamos lo siguiente:

- a) Identificación del problema.
- b) Definición de objetivo.
- c) Identificación de criterios.
- d) Identificación de alternativas.

Los puntos mencionados anteriormente, han sido expuestos durante el desarrollo de la investigación, identificando las principales alternativas:

1. Tecnología Blockchain implementada en el proceso de las Universidades de Lima Metropolitana y gestionada por las mismas de forma independiente.
2. Continuar con el proceso de emisión actual.
3. Tecnología Blockchain implementada considerando en el proceso a la SUNEDU como regulador.
4. Tecnología Blockchain implementada e integrada a procedimientos internacionales (Universidades de diferentes partes del mundo).

Según lo conversado con los entrevistados de cada parte interesada (egresados, Universidad y SUNEDU), logramos establecer las ponderaciones en la tabla 3.5.

Tabla 3.5: Ponderaciones obtenidas

Característica	Vector de ponderación
Valor probatorio	37.73%
Seguridad	34.42%
Aceptabilidad	12.08%
Rapidez	8.83%
Costos	6.94%

Fuente: Elaboración Propia.

Luego se procedió a evaluar cada alternativa de acuerdo a la característica y relevancia de la parte interesada, obteniéndose las valoraciones de la tabla 3.6.

Tabla 3.6: Valoración obtenidas

Alternativa	Valoración final
Implementación de Blockchain considerando a la SUNEDU como parte del proceso	39.74%
Implementación de Blockchain integrando la Universidad a procesos internacionales	39.37%
Implementación de Blockchain administrada independientemente por la Universidad	15.05%
Continuar con el proceso actual	5.84%

Fuente: Elaboración Propia.

De los resultados obtenidos, encontramos que la implementación de la tecnología Blockchain involucrando en los proceso de SUNEDU es la alternativa que cuenta con la mayor valoración de los criterios de las partes interesadas.



## **4. CAPÍTULO 4: PROCESO ACTUAL DE EMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS**

### **4.1. Procedimientos Actuales en Universidades de Lima Metropolitana**

Las Universidades en Lima y en otras regiones del país tienen un proceso estandarizado para la emisión de los Diplomas de grados y títulos, aunque cada una cuenta con algunas particularidades. Este proceso se basa en procedimientos manuales donde el entregable es una cartulina impresa, a la que coloquialmente se le denomina "cartón", la cual es sellada y firmada por las autoridades registradas en la SUNEDU.

Debemos tener en consideración que según el reglamento interno de cada Universidad, el Estudiante necesita cumplir preliminarmente con algunos requerimientos:

- a) Haber obtenido el grado académico de bachiller (Para el caso de Títulos Profesionales).
- b) Sustentar una tesis o trabajo de suficiencia profesional y obtener la aprobación del Consejo Universitario. Cabe mencionar que pueden existir modalidades adicionales para el proceso de titulación aprobadas por los Organismos Nacionales competentes.
- c) Cumplir con requisitos adicionales que se establezcan en la normativa interna de la Universidad.

Si bien es cierto la titulación no es una obligación para el ejercicio de algunas carreras, permite acreditar las competencias requeridas y formalizar el cierre del ciclo académico del Egresado.

El trámite para la emisión del título profesional se realiza, en la mayoría de las Universidades, ingresando una solicitud a través de su portal académico, cumpliendo el pago de una tasa (derecho académico), adjuntando una fotografía reciente (con ciertas características específicas indispensables) y enviando una serie de formatos correctamente llenados y firmados por parte del Egresado.

Cuando el egresado solicita la entrega de su Diploma de Grado Académico o Título Universitario, la Universidad validará el cumplimiento de los requisitos académicos mencionados,

así como requisitos legales vigentes y algunos adicionales como por ejemplo, conocimiento de un idioma adicional, tener ningún tipo de deuda, materiales pendientes de devolución entre otras.

En cuanto la Oficina de Grados y Títulos tiene listo el diploma físico con todos los implementos de seguridad, se procede con el envío a firmas manuscritas de las diferentes Autoridades. Finalmente, la Universidad comunicará al Egresado, a través de correo electrónico, que se puede acercar a las oficinas a recogerlo. La emisión del diploma dependerá de cada Universidad y que tan automatizado tenga sus procesos internos; sin embargo, luego que el Consejo Universitario apruebe otorgar el Título Profesional, se tiene como plazo máximo cuarenta y cinco (45) días hábiles. Podemos apreciar que bajo este modelo de emisión grados y títulos físicos, el Egresado se convierte en único tenedor de diploma y cuya autenticidad es garantizada mediante procedimientos físicos y mecánicos orientados a dificultar la falsificación, entre los que encontramos: sellos de diferentes Instituciones, firmas manuscritas de diferentes Autoridades, marcas de agua, en algunos casos código QR entre otros mecanismos.

Posterior a la emisión, la Universidad contará con cuarenta y cinco (45) días hábiles como plazo máximo, para solicitar la inscripción ante el Registro Nacional de Grados y Títulos administrado por la SUNEDU. Debido al estado de emergencia, la SUNEDU reforzó sus canales virtuales de atención y adoptó criterios y medidas para agilizar la inscripción de los grados y títulos. Una vez que la Universidad solicita la inscripción, la SUNEDU evaluará el expediente en un plazo máximo de siete (07) días hábiles, según lo requisitos expresados en el Artículo N° 12 del Reglamento de Registro Nacional de Grados y Títulos. En caso se identifiquen errores o información faltante, por única vez se pone en contacto con la Universidad para que realice el descargo correspondiente. El plazo para efectuar dicha subsanación es de siete (07) días hábiles, transcurrido dicho plazo y no se han levantado las observaciones, la Unidad de Registro de Grados y Títulos considera como no presentada dicha solicitud.

Explorando la situación actual de la elaboración de Títulos Profesionales en el Perú, se identificaron dos formas de emisión, presentación y validación de los mismos, las cuales resumimos a continuación:

- La primera forma consiste en la manera tradicional, donde se imprime el grado académico en un papel especial y se añaden las firmas de las autoridades de la Universidad de forma manual. Asimismo, este Grado Académico es registrado en la base de datos de la Autoridad Educativa (SUNEDU) antes de entregarlo al egresado. Los interesados en validar esta documentación solicitan copias certificadas o incluso envían cartas a la institución emisora a fin de verificar la validez del documento presentado, lo que implica elevados costos y tiempos de procesamiento.
- La segunda forma consiste en la versión digital del mismo proceso, donde en lugar de imprimir el Título, se genera una versión visual en formato PDF con las firmas digitales de las autoridades. Este proceso es usualmente realizado por un tercero especializado, quien en varios casos custodia las credenciales para poder firmar. Si bien este proceso es más económico y mucho más rápido, presenta nuevas complicaciones, como la dificultad de validar firmas digitales en un smartphone, así como nuevos riesgos y vulnerabilidades, como la filtración de llaves privadas y con ello la creación de archivos PDF con firmas válidas y verificables, pero falsos. Asimismo, ante la pérdida de los PDF, no es posible generar un archivo exactamente igual al perdido, sino que se tendría que volver a generar y firmar, y si las autoridades han cambiado, se generaría un nuevo problema de coherencia.

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

Como se mencionaba en el punto anterior, los diplomas se emiten en físico teniendo en consideración una serie de medidas de seguridad para asegurar su autenticidad; sin embargo, su falsificación es común entre personas que desean postular a diferentes puestos de trabajo y necesitan del diploma como requisito indispensable. Brown (2006) refiere que el fraude de títulos se ha convertido en un fenómeno mundial debido a la creciente demanda de certificado de grado

en el mercado laboral. La mayoría de empleadores solicitan copias del diploma, o en algunos casos, que éstas sean certificadas por la Universidad para acreditar que el candidato cumpla con las competencias requeridas y haya finalizado su formación académica; sin embargo, en innumerables ocasiones, se ha detectado oportunamente falsedad en la documentación. Si bien es cierto, en las copias certificadas se tiene un mayor grado de credibilidad, ya que se cuentan con un sello legalizado y firma manuscrita de alguna Autoridad de la Universidad, ésta carece de mecanismos de seguridad que posee el documento original, dando apertura nuevamente a que sea vulnerable.

Con la tecnología Blockchain se hace imposible lo antes mencionado, ya que el documento se vuelve inmutable y de confianza, haciendo que no se pueda modificar la información acreditada; asimismo, la información podrá ser verificada en tiempo real por terceros, como empleadores, headhunters y otros organismos verificadores sin necesidad de algunas intermediación. Cabe mencionar que adicional al diploma físico, también se otorgará la versión digital y cifrada que permitirá a los Egresados compartir electrónicamente sus credenciales académicas e incluso publicarlo en redes sociales. En conclusión, la tecnología Blockchain no sólo se usa por un tema de seguridad, sino es ideal como nueva infraestructura para proteger, compartir y verificar logros de aprendizaje (Smolenski, 2016). En el caso de los Certificados Digitales de Títulos Profesionales, la Blockchain conserva los datos del emisor y receptor de cada Certificado, junto con la Firma del Documento, y copia esta información en miles de computadoras en todo el mundo.

Por otro lado, al emitir el diploma en físico la Universidad tiene la custodia del documento hasta que el Egresado se acerque a recogerlo; sin embargo, este será guardado únicamente por un plazo no mayor de seis (06) meses desde de su emisión, luego de lo cual será destruido sin ninguna responsabilidad. Existen algunas excepciones donde los diplomas sí se mantienen en custodia permanente. Con la tecnología Blockchain no se tendría este problema, ya que el documento estaría en poder del Egresado inmediatamente después de su emisión,

imposibilitando su extravío o deterioro y quedando almacenado de forma segura y perenne. Se establece el concepto de identidad soberana, mediante el cual el Egresado almacena su información en su dispositivo electrónico y solo lo comparte con terceros si fuese necesario. Este escenario sería equivalente a almacenar el diploma físico en una caja fuerte y mostrarlo únicamente para certificar su validez, pero siempre teniendo el control.

Otra problemática es la gran cantidad de requisitos que se deben cumplir al solicitar la inscripción, los mismo que se establecen en el Artículo N° 12 del Reglamento de Registro Nacional de Grados y Títulos, y entre los cuales resaltan una serie de padrones y documentos que deben estar impresos y debidamente visados por el Secretario General de la Universidad, así como el diploma escaneado en anverso y reverso en formato PDF con cierta resolución y rotulación. En un sistema basado en Blockchain, se podría constatar en tiempo real la localización de un determinado documento, quién lo creó y cuándo fue modificado por última vez, identificando cualquier intento de fraude. Con esto se evitaría cualquier problema de duplicidad y el manejo de una única versión del documento, contando con una actualización automáticamente en el sistema y sin necesidad de intermediario o Autoridad universitaria que certifique el cumplimiento y la legitimidad del diploma, ya que se tiene la seguridad que ninguno de los involucrados pueda alterar o manipular la documentación.

#### **4.3. Diagnósticos sobre el Proceso de Emisión de Grados y Títulos**

Los procesos actuales de las Universidades se rigen bajo ciertos mecanismos de seguridad que han brindado cierto nivel de confianza con el paso del tiempo; sin embargo, las nuevas tecnologías, han permitido que estos mecanismos sean cada vez más vulnerables y propensos a equivocaciones. En el caso del registro del grado o título, naturalmente se podría presentar algún error involuntario, tanto de parte de la Universidad al remitir información errada como de parte de la SUNEDU, por ejemplo al consignarse mal los datos del programa. Debido a esto se tiene un procedimiento en el Reglamento del Registro Nacional de Grados y Títulos que

permite rectificar y actualizar los datos del registro. Además, si los datos están en el nombre o DNI del Egresado, el trámite lo puede realizar directamente la persona sin necesidad de recurrir a la Universidad agilizando el proceso de rectificación.

Por otro lado, también existe la posibilidad que el registro se haya inscrito adecuadamente, pero de forma posterior la Universidad o el Poder Judicial solicite la anulación del grado o título otorgado por alguna causal (fraude del autor, plagio, incumplimiento de algún requisito como el idioma, certificado de prácticas falso entre otros). En este caso, la institución deberá informar a la SUNEDU para que actualice su base de datos, mediante la cancelación de la inscripción, lo que implicaría una nueva rectificación del registro, mediante la Figura de la cancelación.

Finalmente, existen limitaciones importantes respecto a la emisión de títulos tanto en formato físico como en digital, entre ellos podemos resaltar los mostrados en la tabla 4.1.

*Tabla 4.1: Diferencias entre diplomas físicos y digitales*

Diplomas físicos	Diplomas digitales
Procesos manuales que requieren la intervención de recurso humano, lo cual aumenta la probabilidad de errores involuntarios; así como un costo más elevado y tiempo de procesamiento.	Para aquellos que utilizan firmas digitales requieren la participación de un proveedor que garantice la integridad de la transacción. Estos tienen un control significativo sobre todos los aspectos del diploma y verificación del proceso, que pueden ser manipulados.
A mayores elementos de seguridad, aumenta el costo de producción y dilata el tiempo de emisión.	En muchos países, todavía no existe un estándar abierto de uso universal para firmas digitales.
Su verificación es de forma individual y manual, lo cual conlleva un tiempo significativo por parte del empleador.	En caso el registro falle, los diplomas en sí pierden valor, ya que no tienen valor intrínseco sin este.

*Fuente: Elaboración Propia.*

Finalmente, para garantizar que la adopción de Títulos Profesionales en formato digital tendrá éxito, se debe trabajar en dos campos de acción, a fin de evitar controversias como la originada en España con eTítulo:

- Preparar el ambiente técnico para que los Certificados de Digitales de Grados Académicos y Títulos Profesionales sean concebidos y creados bajo un estándar electrónico orientado a dicho fin (estandarizar nombres de campos de datos), a fin de que puedan sustituir plenamente a los Diplomas en Físico. Por ejemplo, no debería existir un campo “Fecha de Impresión” ni tampoco “Número de Folio” puesto que su generación sería 100% electrónica y una visualización o impresión de la misma podría realizarse de forma ilimitada, en cualquier momento, con capacidades de validación y verificación en la Blockchain y sin costos periódicos adicionales.
- Preparar el ambiente normativo a fin de que los Títulos Digitales, hayan sido concebidos de manera digital nativa o sean copias auténticas o transcripciones con valor legal de los documentos físicos, puedan ser reconocidos y aceptados por las diversas instituciones públicas y privadas, haciendo uso para ello de los criterios técnicos establecidos en el punto anterior.

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

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

El impacto social, para la emisión de grados y títulos en el Perú, todavía no se ha realizado, solo hay algunos artículos de dos (02) Universidades privadas peruanas, que hablan al respecto pero no los han implementado. El Tecnológico Monterrey de México ha implementado Blockchain para la emisión de grados y títulos, y le ha ido de manera excepcional, aplicando no

solo para la emisión de los grados y títulos desde su implementación en adelante sino también haciéndolo retroactivo.

Las Universidades de Lima han entrado a un proceso de transformación digital de manera apresurada por motivos del COVID-19, y han bajado en la cantidad de estudiantes, pero en la actualidad la mayoría de estudiantes de pregrado tienen la facilidad de adaptarse al cambio y usar la tecnología acorde a las actividades que realizan.

Las empresas por motivo de la pandemia del COVID-19, han entrado a un proceso de transformación digital apresurada, motivo por el cual se están adaptando a usar la tecnología como apoyo, por ejemplo a la verificación de la documentación de los postulantes. Motivo por el cual la implementación del Blockchain va tener un impacto social positivo, en los egresados de las instituciones públicas y privadas, así como en las empresas públicas y privadas, ya que con esta tecnología del Blockchain, ayuda a tener la información y validación de grados y títulos de manera real, sin necesidad de tener un documento físico o visualizarlo en la SUNEDU.

#### **4.4.2. Impacto Económico**

La implementación del Blockchain a nivel económico va ser significativo tanto para las instituciones universitarias, técnicas como para los estudiantes, ya que con esta tecnología aparte de estar a la vanguardia, van a reducir costos, la información va estar en línea, la validación va ser más sencilla. También a nivel económico, tenemos un caso de éxito de la implementación de esta tecnología, que es el Instituto tecnológico de monterrey de México, donde es éxito total.

En la actualidad el trámite de grados y títulos demoran aproximadamente en la mayoría de Universidades peruanas desde la solicitud hasta el registro en el SUNEDU más de 1 mes. Con la implementación del Blockchain para la emisión de grados y títulos, se va reducir bastante en la mejora el tiempo en la emisión del grado y título.



La SUNEDU desde el año 2016, ha empezado a reducir los costos en la emisión y validación de grados y títulos, la tendencia es entrar a una digitalización en su emisión en todas las instituciones educativas superiores.

#### **4.4.3. Impacto Político**

El impacto político, de la implementación del Blockchain en grados y títulos actualmente todavía no tiene ninguna iniciativa, solo se cuenta con artículos de algunas instituciones educativas hablando sobre el tema. Pero la implementación del Blockchain en la emisión de grados y títulos va ser favorable no solo a nivel económico, sino también a nivel político y social. A inicio de año se aprobaron las normas referentes a la transformación digital en el sector público, donde se les invita a todas las instituciones públicas a entrar en un proceso de transformación digital.

La SUNEDU, como institución reguladora que busca la calidad básica en las instituciones públicas o el MINEDU, todavía no emiten normativas sectoriales para el uso del Blockchain en la emisión de grados y títulos. En los últimos periodos del poder legislativo se ha vuelto político el rol de la SUNEDU, en el licenciamiento de las instituciones superiores públicas y privadas, pero esperamos que por el bien de la calidad educativa y mejorar los procesos internos se logre regular el uso de nuevas tecnologías como la Blockchain.

#### **4.4.4. Impacto Tecnológico**

El uso de la tecnología va ser favorable, e importante ya que estamos en una etapa de la transformación digital, donde los proceso se están automatizando, y estamos volviéndonos dependientes de la tecnología. Pero para que las Universidades peruanas sean competitivas tienen que constantemente innovar, sacar nuevos servicios, que puedan ayudar a mejorar sus procesos.

En América Latina o de habla hispana, solo se tiene al instituto tecnológico de Monterrey que ha implementado la Blockchain desde el año 2018, para la emisión de grados y títulos y año de manera retroactiva y es un caso de éxito, en el uso de esta tecnología en México.

#### **4.4.5. Impacto Ecológico**

El impacto ecológico de la emisión del Blockchain para grados y títulos, va ser positivo ya que se va reducir el impacto ambiental en la impresión de los grados y títulos, así como la tala de árboles, la depredación de los recursos naturales. El Perú se encuentra en el top 10 de los países más contaminados y contaminadores del mundo, siendo sus principales fuentes de contaminación la minera ilegal y la tala indiscriminada de árboles

La emisión de grados y títulos de manera digital utilizando la tecnología de Blockchain en Universidades va ser el primer paso para que muchas instituciones tomen el modelo y lo pongan en práctica. Se va concientizar a nivel de las Universidades tanto a nivel organizacional como alumnos sobre la preservación y el cuidado del medio ambiente en el que vivimos, y las fuentes de recursos renovables y no renovables.

## 5. CAPÍTULO 5: MODELO DE IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo discutiremos acerca de los componentes requeridos para una adecuada implementación del proceso de emisión de grados y títulos digitales con soporte en tecnología Blockchain, así como también las etapas, actividades y consideraciones a tener en cuenta para su ejecución.

Asimismo, se realiza en paralelo la explicación del modelo a través de un caso práctico en el cual la Autoridad Educativa autoriza a una Universidad a la emisión de Títulos Profesionales en formato digital y ésta a su vez genera los Títulos Profesionales y los entrega a los Profesionales egresados.

### 5.1. Gestión del Proyecto según el PMI

El Instituto PMI (USA), en su PMBOK 6 Ed. 2017, plantea 5 grupos de procesos (Cinco fases del ciclo de vida del proyecto), provenientes de 10 áreas de conocimientos, haciendo un análisis de cada proceso involucrado en los proyectos y detalla de forma granular la mejor forma de abordar tareas individuales.

Las 5 fases: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, así como Cierre, son consideradas para el desarrollo del Modelo que plantea esta Tesis, y se describen de la siguiente forma:

- Inicio: Se considera la identificación de los Stakeholders, así como también la definición del Acta de Constitución (Project Charter). Identificamos a los Stakeholders como los siguientes:
  - Autoridad Educativa: La Superintendencia Nacional de Educación SUNEDU
  - Universidades: Encargadas de solicitar autorización y emitir Títulos Digitales
  - Profesionales Egresados: Poseedores Titulares de los Grados Académicos.
  - Verificadores: Empleadores e Instituciones que requieren validar la autenticidad de un documento que indica el logro académico de un profesional.
  - Comunidad Académica y Profesional: Otras instituciones, Universidades del Perú y del Exterior, ex-alumnos, investigadores y sociedad en general.

- **Planificación:** Se consideran los mecanismos para obtener el involucramiento de los interesados, así como la gestión de cronograma, riesgos, comunicaciones, costos, adquisiciones, recursos y calidad. Este modelo se enfoca en el involucramiento de los clientes (usuarios del proceso) como el principal instrumento para conseguir el éxito en el proceso de emisión, presentación y validación de Títulos y Grados Académicos Digitales.
- **Ejecución:** Esta fase tiene como objetivo supervisar el alcance de metas y objetivos previamente planificados, así como la evolución de consumo de los recursos, presupuesto y tiempo. En esta fase, los proyectos basados en este modelo deben identificar los valores de las métricas principales a mejorar, las cuales son:
  - Costo unitario por Título Profesional.
  - Tiempo de emisión de los Títulos.
  - Grado de aceptación de los usuarios del proceso.
  - Satisfacción de los Profesionales Titulados.

A partir estas métricas, que son parte relevante antes, durante y después de la ejecución del proyecto de implementación propuesto, se desarrolla el siguiente Tablero de Control para la adecuada Gestión del Proyecto. Las fórmulas, metas y frecuencia podrán variar según decisión de cada Universidad:

Tabla 5.1 : Tablero de Control de Indicadores de Gestión del Proyecto (Valores Estimados)

<b>Indicador</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Formula</b>	<b>Meta</b>	<b>Frecuencia</b>
Costo unitario por Título Profesional	Mantener o mejorar los costos de emisión dentro del presupuesto anual	Costo Total de la Gestión de Títulos / Títulos Emitidos	Costo con Blockchain <= Costo Sin Blockchain	Anual
Tiempo de emisión del diploma	Emitir el diploma en el menor tiempo posible cumplimiento con la normativa legal vigente	Fecha de emisión del diploma- Fecha de solicitud del diploma	4 días	Mensual

Grado de aceptación de los usuarios del proceso	Utilizar la tecnología Blockchain para verificar que el diploma sea real	Diplomas reales validados en blockchain /Diplomas totales	>=90%	Mensual
Satisfacción de los Profesionales Titulados	Medir la Satisfacción de los profesionales por la aplicación de la Tecnología Blockchain	Usuarios Satisfechos / Usuarios Encuestados	>=90%	Anual

Fuente: *Elaboración Propia*

- **Monitoreo y control:** De la mano con la ejecución, el Monitoreo permite analizar y detectar posibles desviaciones y áreas de mejora que pueden retroalimentar en la planificación. En esta fase, el modelo plantea que eventos o indicadores propios de cada Universidad, tales como requisitos de cambios de estatutos, o pasos previos, que no hayan considerados previamente sean incluidos como parte del propio proyecto y su gestión permita la rápida adaptación al modelo planteado.
- **Cierre:** Se documenta y formalizan los entregables del proyecto. Una vez finalizada la aplicación del modelo, se documenta cada una de las etapas y se convierte en parte del Manual Funcional de las Oficinas de Grados y Títulos, así como también, se comunica a todas las áreas la finalización del proceso de implementación y se podrá usar lo aprendido para nuevos proyectos de mejora continua o incluso de aplicación de la tecnología en otros procesos y productos.

Si bien se considera al PMBOK como un estándar de clase mundial para la gestión de proyectos, se considera añadir en el modelo producto de esta Tesis los factores críticos de éxito que determinen la forma ideal de medir la percepción de éxito por parte de los stakeholders (Dirección, Usuarios Internos y Externos, Alumnos y Ex-Alumnos, entre otros).

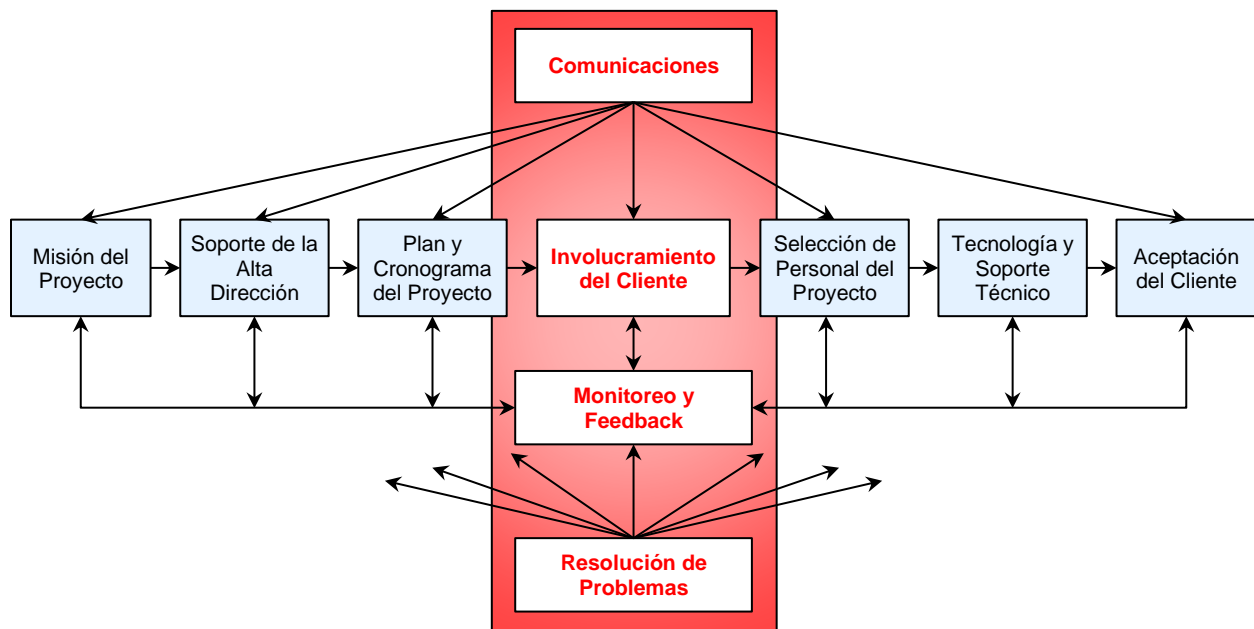
## 5.2. Factores Críticos de Éxito del Plan de Implementación

En 1987, Pinto y Slevin publicaron a través de la IEEE un estudio que identifica 10 factores que se consideran relevantes para incrementar la tasa de éxito de implementación de proyectos, en una función representada como  $S = f(x_1, x_2, \dots, x_{10})$  los cuales se pueden observar en la Figura 5.1. Asimismo, el estudio pone de manifiesto que el mismo no mide la fuerza individual de cada factor, y sugiere identificar interrelaciones entre ellos y el proyecto.

Ante la ausencia de estudios recientes referidos al análisis de un procedimiento para proyectos basados en tecnología Blockchain, se utiliza este enfoque, así como también la experiencia recogida de otras implementaciones de soluciones similares en el mundo con el objetivo de asociar los principales aspectos a considerar para la implementación de esta tecnología en el proceso de emisión de Grados y Títulos Digitales con tecnología Blockchain, por lo que el modelo tomará en cuenta los factores propuestos como parte de su diseño y los contrastará con las 5 fases del PMBOK.

- Misión del Proyecto (Project Mission).
- Soporte de la Alta Dirección (Top Management Support).
- Plan y Calendario del Proyecto (Project Schedule/Plan).
- Involucramiento del Cliente (Client Consultation).
- Selección de Personal del Proyecto (Personnel).
- Tecnología y Soporte Técnico (Technical Tasks).
- Aceptación del Cliente (Client Acceptance).
- Monitoreo y Retroalimentación (Monitoring and Feedback).
- Comunicación (Communication).
- Resolución de Problemas (Troubleshooting).

Figura 5.1: Factores críticos de éxito de un proyecto



Fuente: Adaptación de Pinto y Slevin: Diez Factores del Perfil de Implementación de Proyectos.

### 5.3. Análisis de Factores Críticos de Éxito según Pinto y Slevin en Etapas según PMI

A partir de la revisión de la literatura de cada capítulo o proceso descrito por el PMBOK, se establece una relación con los factores de éxito de Pinto y Slevin, marcando cada celda, mostrada en la tabla 5.1, con una “X” cuando se encuentra relación si existe una mención directa al factor crítico de éxito o es claramente visible en su interpretación objetiva.

Tabla 5.2: Análisis de FCE vs. etapas PMI

FCE \ Etapa PMI	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitoreo y Control	Cierre
Misión del Proyecto	X				
Soporte de la Alta Dirección	X				
Plan y Calendario del Proyecto		X		X	

<b>Involucramiento del Cliente</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Selección del Personal para el Proyecto		X	X	X	
Tecnología y Soporte Técnico		X	X	X	
Aceptación del Cliente		X	X	X	X
<b>Monitoreo y Retroalimentación</b>				<b>X</b>	
<b>Comunicación</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Resolución de Problemas</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	

*Fuente: Elaboración Propia*

A partir de este análisis podemos identificar la presencia del FCE “Involucramiento del Cliente” en todas las etapas del proyecto. Asimismo, revisando el cuadro de relación de los FCE de Pinto y Slevin, encontramos que también “Comunicación”, “Monitoreo y Feedback” y “Resolución de Problemas” son factores que interconectan e integran con los demás.

Por ello, estos cuatro (4) Factores Críticos de Éxito se identifican por convención y por confirmación brindada en las Entrevistas realizadas, sin restarle importancia a los demás, como aquellos que se encuentran con mayor presencia en el desarrollo del proyecto y por tanto, como los Factores Críticos de Éxito que deben ser priorizados en todo proyecto basado en el desarrollo del Modelo de Implementación que plantea esta Tesis.

Como se puede apreciar, el Involucramiento del Cliente o Usuario (Stakeholders) constituye el factor crítico de éxito más relevante y que se encuentra en todas las etapas del Modelo a Implementar. Por ello, se identificó como actores involucrados de máxima importancia los siguientes:

- INACAL: Si bien no es un stakeholder directo del proyecto, su participación permitirá que la SUNEDU utilice una Norma Técnica Peruana como sustento para autorizar la



utilización de la Tecnología Blockchain de forma indubitable, aceptada, reconocida y extendida a nivel nacional.

- SUNEDU: Debe elaborar la normativa sobre el uso de Blockchain en el proceso de emisión de Grados y Títulos, mediante coordinación con el poder legislativo y ejecutivo a fin de exigir el cumplimiento a todas las instituciones educativas de nivel superior, amparándose incluso en colocarlo como parte del protocolo para combatir al Covid-19, previniendo el incremento de los contagios al emitir Diplomas Electrónicos. Asimismo, la SUNEDU pueden ampararse en el beneficio que obtendrá la sociedad al reducir los diplomas falsos, y poder validar de manera rápida y efectiva la autenticidad de los diplomas.

#### **5.4. Modelo Conceptual del Proceso Actual de Emisión de Grados y Títulos Físicos**

Para efectos didácticos, presentamos a continuación un modelo estándar de emisión física que representa los componentes y pasos actuales utilizados por una Universidad para la generación de los títulos y grados.

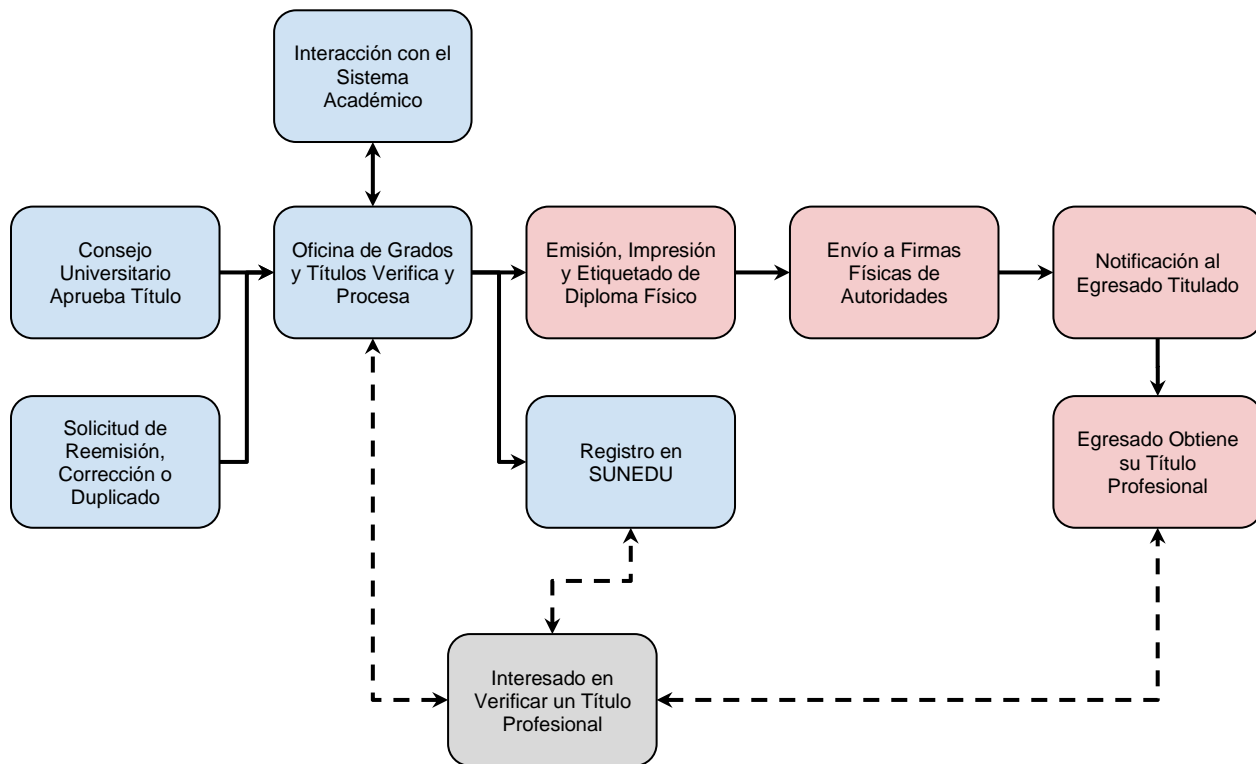
Es importante conceptualizar y plasmar en un cuadro similar al propuesto la forma actual de trabajo y las etapas o procedimientos llevados a cabo por la Oficina de Grados y Títulos de las Universidades, a fin de poder tener el Modelo Actual como un punto de partida.

Este modelo se puede expresar como un Flujograma, Casos de Uso, Diagrama de Flujo o cualquier método de representación de las etapas necesarias para la emisión de los Títulos Profesionales, siempre que por consenso sea aceptado por los principales usuarios y ejecutores de dichas etapas.

Si bien cada Universidad puede tener un Modelo Actual, el cual se puede apreciar en la Figura 5.2, distinto en etapas o incluso en denominación de etapas o tareas; el esquema planteado debe ser un punto de inicio flexible, y se recomienda que el analista o consultor de la Universidad tenga plena libertad para modificar el cuadro propuesto a fin de que se ajuste a los

procesos de la Universidad y se tenga de esta manera una línea base lo más cercana posible a la realidad:

Figura 5.2: Modelo base del proceso actual de emisión de títulos profesionales



Fuente: Elaboración Propia.

En el modelo de Generación de Grados y Títulos físicos se observa que el proceso culmina con la entrega del mismo al Egresado, quien se convierte en el tenedor de dicho documento único y cuya autenticidad es garantizada mediante procedimientos físicos y mecánicos orientados a dificultar la falsificación, entre los que encontramos:

- Cartulina especial preimpresa.
- Sellos y firmas manuscritas.
- Sellos con relieve.
- Marcas de agua.
- Código QR.
- Marcas de correlación (polarizada).
- Marcas fluorescentes.
- Impresión de Microtexto.
- Stickers numerados de seguridad.
- Entre otros mecanismos

Si bien durante décadas estos elementos han brindado cierto nivel de seguridad dado el nivel de complejidad que representaba replicarlos, el paso del tiempo y las nuevas tecnologías, cada vez más accesibles por servicios informales del mercado negro, permiten que estos niveles de seguridad sean considerados no solo vulnerables sino también de excesivo costo.

Asimismo, es común que el documento original sea almacenado por el dueño del mismo, quien brinda copias a las entidades a las cuales requiera demostrar un logro académico y en algunos casos utilizará una copia certificada emitida por la propia Universidad.

Las copias certificadas son las que circularán ante una postulación de un puesto de trabajo, o cualquier otra entidad que requiera un grado como requisito.

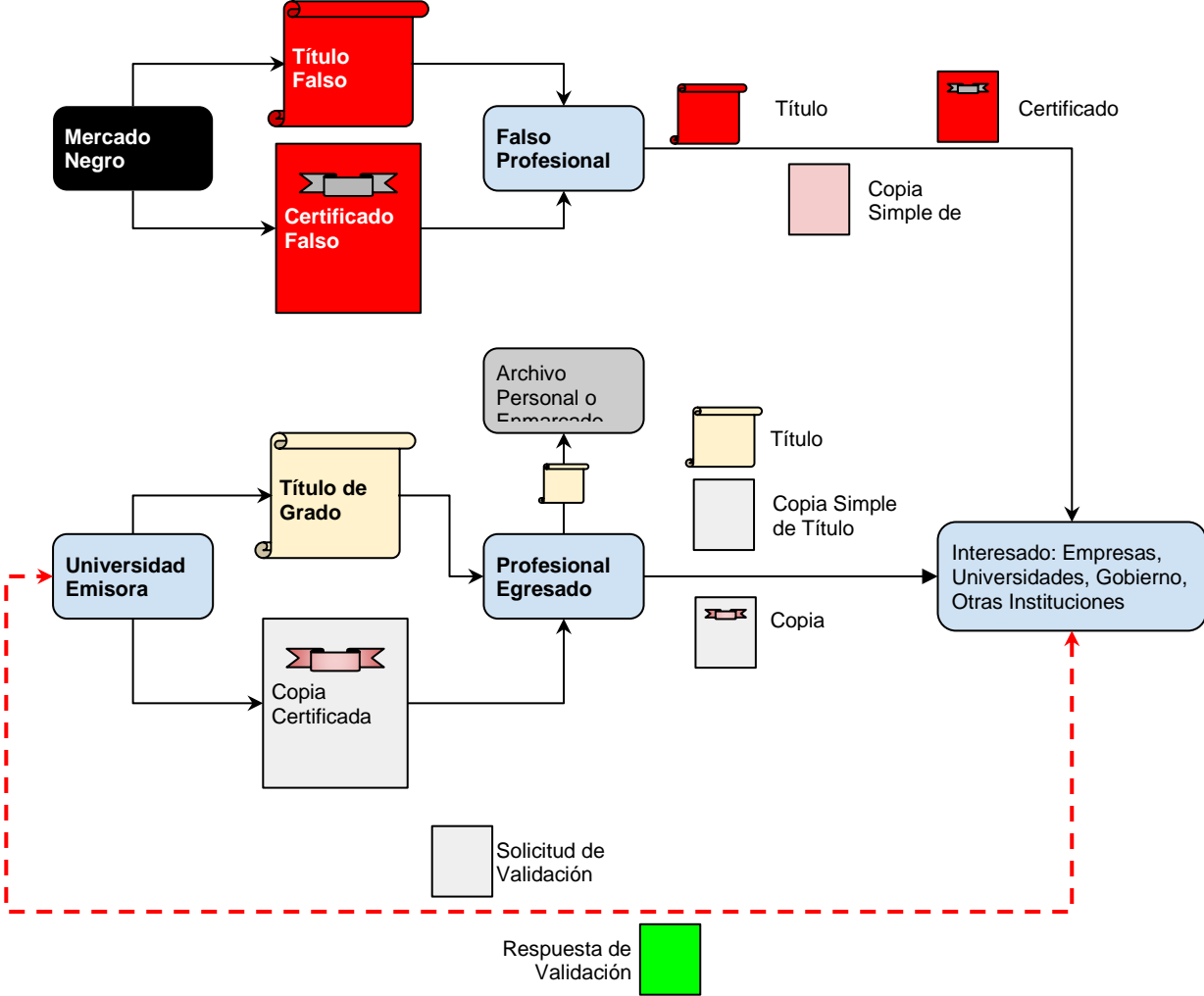
Una copia certificada, si bien tiene un sello legalizado y una firma manuscrita que certifica que es una “copia fiel del original”, carece de los mecanismos de seguridad del documento original, lo que nuevamente vulnera la seguridad de este tipo de documentos y desnaturaliza el gasto en la generación del documento primario.

Esta situación ha afectado durante muchos años la contratación de personal en organismos públicos y privados e incluso existen cargos públicos ocupados a partir de falsedad en la documentación académica presentada.

Ante ello, la solución tradicional que garantiza la validación a ciencia cierta del título profesional de una persona consiste en realizar las consultas de verificación ante el emisor o ante un tercero calificado como “de confianza” como una autoridad central (Bartolomé, A. y Moral-Ferrer, J. M. (Eds.), 2018), tal como la SUNEDU en el caso peruano.

En la Figura anterior 5.2 y en la Figura 5.3 se puede apreciar que un interesado en verificar la autenticidad de un Título Profesional cuenta con varias fuentes de información (la Universidad, SUNEDU y el propio Egresado), pero se aprecia que sólo puede confiar plenamente en la Universidad emisora, por lo que el proceso se vuelve complejo y costoso.

Figura 5.3: Creación de títulos originales y falsos y fuentes de información para su validación



Fuente: Elaboración Propia.

En Figura 5.3, la línea de guiones rojos representa el proceso manual de validación que se deriva como necesario ante el problema de grados y títulos falsos. Tantos títulos auténticos como falsos pueden llegar a toda institución interesada, la cual podría eventualmente considerar

como auténtico a un documento falso, a menos que asuma la ejecución de procesos de verificación lentos y costosos.

Adicionalmente, a pesar de que múltiples mecanismos de seguridad físicos son aplicados sobre los títulos de grado, en muchos casos los mismos nunca son utilizados con el fin de demostrar la autenticidad de los mismos, puesto que son de carácter simbólico y usualmente guardados por el titular, quien presenta copias que no cuentan con los dispositivos de seguridad originales o solicita a la Universidad emisora un certificado que cuenta con dichos mecanismos.

Es por ello que, dada la vulneración a la que está expuesta la utilización de grados y títulos universitarios de emisión física, las entidades que requieren dicha verificación se comunican con el emisor del Certificado que ha referido el profesional en evaluación, a fin de consultar la autenticidad del documento mediante cartas formales donde expresan la solicitud y respuesta de validación del Documento.

La realización de esta consulta directa se vuelve necesaria dada la debilidad del proceso actual, y a fin de evitar cometer un error por engaño en la toma de decisiones, no solo las instituciones interesadas y las Universidades se ven obligadas a asumir tiempos y costos a todas las partes interesadas, sino que también se demuestra que no se justifica el mantener gastos en mecanismos de seguridad que no son utilizados ni presentados al momento de presentar credenciales ante una institución.

#### **5.4.1. Características del Modelo a Implementar**

De acuerdo con la información brindada por las diversas instituciones entrevistadas, así como de expertos en tecnología Blockchain, el modelo debe tener las siguientes características:

- Debe estar basado en un estándar de clase mundial. Esta investigación concluye que el estándar que corresponde utilizar por la múltiple adopción en diversas Universidades en el mundo es el estándar Blockcerts. Al utilizar este estándar, los Certificados Digitales de Grados Académicos y Títulos Profesionales no solamente podrán ser validados en la plataforma de

una empresa, de la Universidad emisora o la Sunedu, sino también en cualquier otra Universidad a nivel nacional o internacional que utilice también dicho estándar, y ello contribuirá a acelerar el reconocimiento de Títulos y Grados de un profesional a nivel mundial, eliminando requisitos tales como apostillados, copias certificadas, entre otros.

- Gozar de validez y reconocimiento legal. Para ello, es necesario que la Superintendencia Nacional de Educación, o una Entidad superior al mismo (Ministerio de Educación), emita una Resolución que garantice el proceso de aplicación y autorice a las instituciones educativas a emitir los Títulos Profesionales electrónicos. Esta Resolución debe estar basada en una Norma Técnica que describa o adapte como Buena Práctica el estándar Blockcerts que recomienda esta investigación.
- Contar con entidades gubernamentales que autoricen o revoquen las autorizaciones a las Universidades, en este caso, al ser un organismo Autónomo creado por Ley esta designación le corresponde a la Superintendencia Nacional de Educación SUNEDU. Esta autorización debe formar parte del esquema tecnológico utilizado para la emisión de Títulos Digitales, tomando en cuenta que dada la realidad nacional, es necesario añadir plazos antes de la revocación, que se ejecuten de forma programada y publicada. Por ejemplo, el modelo debe permitir otorgar plazos para la renovación de la autorización incluso esté vencida, a fin de que los actuales estudiantes puedan obtener sus Credenciales sin inconvenientes y los mismos tengan validez incluso si la Universidad no llega a obtener la renovación de su licencia posterior a la emisión del Título Electrónico.
- La normativa debe ser actualizada a fin de que los Títulos Electrónicos no requieran Firmas Digitales aplicados en archivos PDF, puesto que ello implica mantener un esquema vulnerable y un formato que no es de uso extendido en todos los dispositivos tales como Smartphones.
- La normativa debe considerar que los Títulos Electrónicos puedan ser generados como archivos en un formato JSON o XML (similar a los Comprobantes de Pago Electrónicos) y en

este formato se almacenen las Firmas Digitales de la credencial de la Wallet Blockchain perteneciente a la Universidad como institución, y no de personas naturales.

- Si bien el proceso de emisión de Títulos Físicos requería estas firmas, no es técnicamente necesario ni justificado que ese esquema se mantenga, ya que la seguridad es brindada por la Blockchain y las Firmas Digitales de la Autoridad Educativa SUNEDU y de la Universidad, las que autorizan el proceso. Sin embargo, si luego de hacer las revisiones tanto de forma como legales que resulten pertinentes se decide mantener el esquema de múltiples firmas, el Modelo deberá considerar la utilización de Wallets Multifirma, las que sólo se activan cuando se colocan todas las llaves privadas requeridas en una transacción y en caso se realice algún cambio de firmante, la SUNEDU deberá autorizar una nueva Wallet Multifirma, de forma similar a como se realiza en la actualidad.
- Es importante añadir que, en caso se decida utilizar Wallets Multifirma, cada firmante deberá, efectivamente, hacer uso de su llave privada al momento de generar cada Título Electrónico y no debe ser un proceso automatizado, ya que hacer ello invalida y desnaturaliza el concepto de la necesidad de tener cada firma por separado.
- Debe soportar la revocación tanto de las autorizaciones a las Universidades como de los Títulos emitidos por estas últimas, considerando los plazos indicados en los puntos anteriores, con el objetivo de no afectar el derecho de los estudiantes que se encuentren a punto de finalizar sus estudios.
- Debe ser escalable, soportar no solamente Grados y Títulos, sino también Transcripciones de Estudios, Certificados de Pertenencia a Tercio o Quinto Superior, Certificados de Diplomados, Cursos Libres, Asistencia a Eventos o Conferencias, entre otros.
- Debe soportar la utilización de Identidades Digitales para la recepción de los Certificados de Grados y Diplomas, a fin de respetar la soberanía sobre la identidad personal que ejerce cada persona y sobre el que podría requerirse cumplimiento en un futuro de mediano plazo.

#### **5.4.2. Almacenamiento de Datos y Privacidad**

Dado que la arquitectura de Blockchain está diseñada para albergar datos transaccionales, solo se pueden registrar datos inferiores a 80 bytes; sin embargo, en esa longitud se pueden almacenar datos que se podrían considerar sensibles y que no contribuyen al proceso de validar un Certificado Digital.

Además, existe la necesidad de mantener un almacenamiento que respete los lineamientos de la privacidad de la información mediante el almacenamiento de enlaces y no de datos privados (Amo Filvà, 2020).

Por ello, el modelo propuesto considera como requisito el almacenamiento únicamente de los Hash generados por los procesos criptográficos que se generan al momento de emitir un certificado e inscribirlo en la Blockchain y de aquellos que permitan validar mínimamente al Titular del Certificado.

Los datos que vayan más allá del nombre del Profesional, el Título emitido y fecha de emisión, tales como fotografía, fecha de nacimiento, documento de identidad, datos socioeconómicos, entre otros datos que brindan información no requerida para la validación no se almacenarán ni podrán ser recuperados a partir del contenido de la Blockchain o de los Hash que en ella se almacenarán.

#### **5.5. Tipo de Blockchain a utilizar**

La Autoridad Educativa, en este caso SUNEDU, como partícipe de la tecnología Blockchain en este modelo, debe definir el tipo de Blockchain a utilizar sobre la cual registrará las autorizaciones de emisión a las diversas Universidades que soliciten la habilitación de una Wallet Firmante de Títulos Profesionales. Para ello, se emplea en este Modelo la Guía de 10 pasos para seleccionar el tipo de Blockchain.

Se utiliza la guía de 10 pasos de Pedersen, Risius, and Beck (2019) a fin de determinar cuál de los 3 tipos de Blockchain planteados en su publicación, respondiendo para ello a las 10



preguntas necesarias para determinar el tipo a seleccionar, en el Figura 5.4 se podrá observar el resumen que ayudará a tener una visión global.

1. ¿Se requiere una Base de Datos común compartida? Dado que es necesario validar la información de un determinado profesional y que esta información debe ser actualizada por la Universidad y ser accesible por múltiples interesados, por ello, la respuesta a esta pregunta es Sí.
2. ¿Existen múltiples participantes involucrados? En el acceso a información que acredita el conocimiento adquirido por un profesional se encuentran distintos participantes interesados: Universidad, Estudiantes, Profesionales Egresados, Empresas, Instituciones de Gobierno e incluso público en general, por lo que la respuesta a esta pregunta es Sí.
3. ¿Existe conflicto de intereses o distintos niveles de confianza entre las partes? Las instituciones interesadas en validar la autenticidad de un título o grado académico no pueden confiar plenamente en el profesional que presenta los documentos, por lo que requiere validar los mismos mediante un mecanismo seguro que brinde la confianza necesaria para verificar y considerar dichos documentos como auténticos. Por ello, la respuesta es Sí.
4. ¿Se desea o se puede evitar un tercero de confianza? Actualmente, el registro de la Sunedu sirve como una entidad de confianza tercera; sin embargo, es un registro que recopila y consolida información, que no está integrado con las Universidades, por lo que su eficiencia es limitada. Por ello, la respuesta es Sí.
5. ¿Los participantes tienen reglas distintas? Sí, los estudiantes, profesionales, Universidades e instituciones tienen distintas funciones en los registros: Los profesionales egresados son los Titulares, son los dueños de los certificados que las Universidades emiten y suscriben. Las instituciones sólo tienen acceso a validar estos certificados para verificar la Titularidad y la certificación del Emisor. Por ello, la respuesta es Sí.

6. ¿Las reglas de transacción son prácticamente invariables? En efecto, como se describió en el punto anterior, las funciones y reglas de los participantes son invariables a lo largo del tiempo. Por ello, la respuesta es Sí.
7. ¿Se requiere un registro objetivo e inmutable? La confirmación de esta pregunta sugiere que Blockchain se convierte en la solución definitiva al problema de falsificación y control de la validación de los certificados emitidos por las Universidades. La respuesta por ello es Sí, y esta confirmación habilita el uso de la tecnología Blockchain en el proceso de emisión digital y validación de los Grados y Títulos Universitarios.
8. ¿Se permite acceso al público en general? En efecto, toda institución o persona natural puede tener eventualmente la necesidad de validar un certificado presentado por un potencial profesional a contratar. En este caso, la respuesta es Sí.
9. ¿Las transacciones son públicas? Se refiere a si cualquier nodo (minero, usuario) puede crear nuevas transacciones a ser registradas en la Blockchain. En este caso, la respuesta es No. Ello debido a que si bien los tenedores titulares de los certificados serán los profesionales, las instituciones autorizadas (Universidades) serán las encargadas de emitir los Certificados Digitales hacia ellos y almacenar los identificadores que respaldan su autenticidad dentro de la Blockchain.
10. ¿Dónde se determina el consenso? El consenso permite que los nodos “minadores” sean los que decidan la veracidad de una transacción o registro al incluirlo en la Blockchain. Este algoritmo, mientras considere más nodos “mineros” se vuelve más seguro, por ello la propuesta de respuesta a esta interrogante es utilizar la red pública de Blockchain para el servicio de minado. Por ello, el tipo de Blockchain a utilizar sería una Blockchain pública, pero considerando que los nodos que generen las transacciones válidas para la emisión de Certificados Digitales que representen a los Grados y Títulos sean restringidos a una lista donde prevalezcan las Universidades, estableciendo de esta forma que la solución se basará en una Blockchain Pública



Autoridad Educativa, como plataforma base a partir de la cual se deriven los Hash correspondientes a los certificados emitidos por las Universidades.

La Autoridad Central SUNEDU no requerirá tener una copia de la Blockchain puesto que se utilizará la red pública para almacenar las transacciones que demuestran que una Universidad ha emitido el Título Profesional; sin embargo, será la encargada de autorizar a las Universidades que podrán emitir los Títulos Profesionales (Nodos Autorizados). Ello significa que lo que debe garantizar el modelo es la identificación indubitable de la Universidad como firmante autorizado por la SUNEDU del Título o Grado Académico.

Para obtener este grado de seguridad, esta Tesis plantea el siguiente modelo de alto nivel donde se representan a los actores interesados y su participación en cada etapa del proceso desde la necesidad de emisión del Título, la generación, firma e inscripción de la misma en la Blockchain, hasta la validación o verificación posterior.

Finalmente, entre las dos plataformas más conocidas de Blockchain a nivel mundial, Bitcoin y Ethereum, se selecciona la Blockchain pública Bitcoin dada la confianza que el extenso uso de su Blockchain ya viene desarrollando en el mundo. Si bien Ethereum es más dinámico y permite el empleo de Smart Contracts, su uso agrega complejidad y este modelo solo aprovecha las características de registro inmutable y no requiere Smart Contracts.

## **5.6. Modelo del Proceso Propuesto**

Al momento del desarrollo de esta investigación, y a efectos de poder seleccionar las herramientas que mejor se adecúen al proceso que planteamos, la investigación ha permitido identificar distintas iniciativas y soluciones implementadas en diversos países e instituciones, cada una de ellas con distintos niveles de usabilidad, confidencialidad y control por parte de las partes interesadas.

Este modelo se basa en el estándar Blockcerts, del cual se han discutido y explicado ampliamente sus características y beneficios, además de ser un estándar abierto y sobre el cual existen desarrollos e implementaciones exitosas. Asimismo, el modelo utiliza la Blockchain de

Bitcoin, sobre la cual existe también múltiples desarrollos y cuya elección ha sido explicada en la sección 5.5.

Para comenzar a utilizar el estándar Blockcerts en la propuesta de este modelo, las instituciones educativas deben poseer una autorización, y el encargado de brindar dichas autorizaciones en nuestro país es la SUNEDU. El modelo soporta la inclusión de la Autoridad Educativa como entidad que seleccionará y utilizará una Wallet para iniciar el proceso de Autorización, denominaremos a esta Wallet como W(S).

### 5.6.1. Definición de una Wallet para la Autoridad Educativa, SUNEDU, W(S)

Para el caso práctico de ejemplo de esta Tesis, planteamos la definición de una Wallet o dirección pública Bitcoin, incluyendo su llave privada.

Esta dirección, que abreviamos como W(S), es la Wallet que para efectos didácticos, corresponderá a SUNEDU y cuya definición de llaves privadas y dirección pública se pueden observar en la Figura 5.5.

*Figura 5.5: Definición de la dirección pública de la Autoridad Educativa, W(S)*

Ejemplo de Wallet de la Autoridad Educativa, por ejemplo SUNEDU, W(S) Dirección Pública: <b>1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme</b> Llave Privada: 3cacad12f4bfff88b04616d77fb0e9889f0009ab0397f914d88da7e0720f18bc WIF Key: 5JH1RvjnMg1Qo3uvvmCxFigjtT9sxTEzHscDi1MmxZZgjGzwf2o
---

*Fuente: Elaboración Propia*

### 5.6.2. Requisitos Legales Previos

- Debe existir publicada una Norma Técnica Peruana o normativa de categoría similar que describa el proceso técnico de cómo las Universidades emitirán un Certificado de Título Académico. Si bien el proceso se documenta en esta Tesis, para que el mismo tenga validez, debe aparecer publicado en el formato técnico requerido como una Norma Técnica validada por el INACAL (Instituto Nacional de Calidad). En este modelo se plantea por ejemplo una Norma Técnica Peruana NTP 0200.200.2020 que podría denominarse “Buenas Prácticas para la Emisión de Certificados y Títulos Digitales basados en Blockchain”.

- La Norma Técnica Peruana debe describir como punto de inicio la creación de una dirección maestra cuya clave privada sea custodiada por la Autoridad Educativa. Esta dirección sólo habilita a las Universidades a emitir Títulos Profesionales, por lo que en caso sea comprometida, se deberá reemplazar y comunicar dicha decisión por los medios de comunicación autorizados y que brindan efectos legales.
- La Dirección de Supervisión de SUNEDU debe emitir un Informe favorable para la utilización de la tecnología Blockchain a fin de mejorar la calidad de los servicios educativos a nivel nacional así como facilitar la fiscalización de los mismos. En este modelo se plantea por ejemplo un informe 0200-2020-SUNEDU-01-10
- Por otro lado, el Informe debe ser favorable a reconocer de forma equivalente tanto a un Título emitido de forma convencional físico con firmas gráficas de puño y letra por varias autoridades universitarias, como a un Título Digital, firmado únicamente por la Wallet de la cual la Universidad es Titular, y que es autorizada por la Superintendencia.
- La Oficina de Asesoría Jurídica de la SUNEDU debe emitir un informe favorable para cubrir las contingencias legales que permitan garantizar el reconocimiento a nivel nacional por todo tipo de institución pública y privada de los Títulos Profesionales Digitales. En este modelo se plantea por ejemplo un informe 0200-2020-SUNEDU-01-20
- Asimismo, ambos informes deben ser favorables a considerar como suficiente la firma digital de la Wallet de las instituciones educativas para reconocer un Título Profesional e informar a las Universidades que si bien internamente los estatutos universitarios deben mantener las firmas digitales de representantes académicos como parte del procedimiento previo a la emisión de un Título Profesional en formato Digital, este último requiere por convención técnica únicamente de la firma digital emitida por la Wallet Autorizada para ser verificado y reconocido como tal dentro de la tecnología Blockchain.
- El Comité Directivo de SUNEDU debe reunirse para generar y aprobar la utilización de una dirección pública, así como declararse custodio de la llave privada correspondiente a dicha

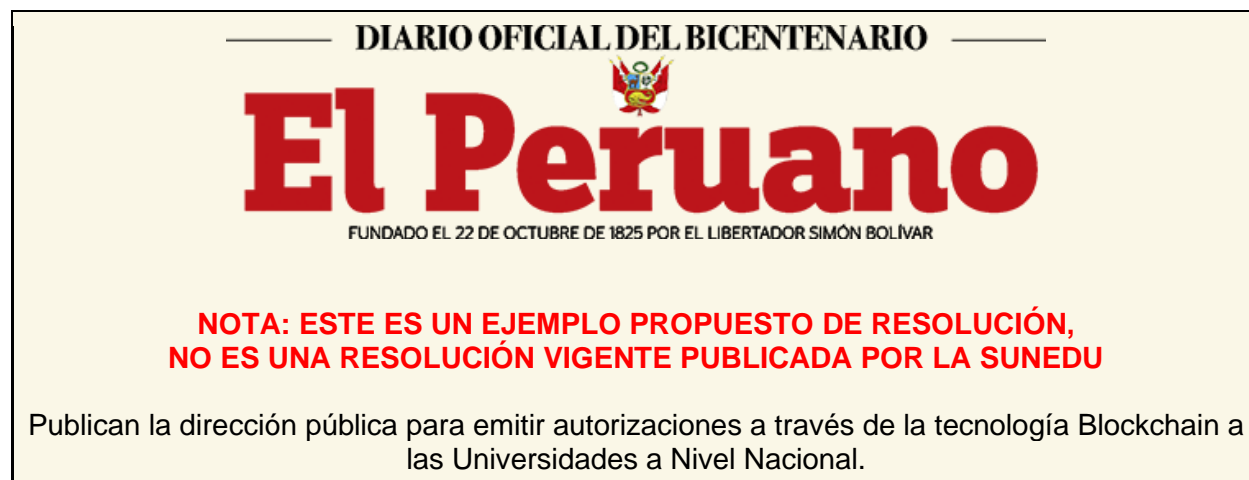
dirección. Una vez aprobada la Resolución, procede a su publicación y su validez legal entrará en efecto al día siguiente.

Para que las autorizaciones sean reconocidas por la Sociedad en General, la Autoridad Educativa, SUNEDU, podrá publicar en medios de comunicación accesibles (Ejemplo: Sitio Web, Diario El Peruano, entre otros), la dirección pública a través de la cual procederá a generar las autorizaciones. Otras instituciones tales como el Ministerio de Educación, el Ministerio de Cultura (ante la ausencia de un Ministerio de Tecnología o Similar) y el Congreso de la República podrían a su vez contribuir emitiendo Resoluciones y aprobando Proyectos de Ley que coadyuven al reconocimiento extendido de los Títulos Profesionales generados con este estándar.

La Autoridad Educativa, en caso lo considere necesario, podrá cambiar la dirección pública mediante el mismo procedimiento, sin que ello afecte la validez de las autorizaciones o títulos generados anteriormente, puesto que se encontraban dentro de un periodo considerado como válido.

Con fines didácticos, se plantea una comunicación ficticia para ejemplificar la comunicación a la Sociedad de la dirección pública con la cual la SUNEDU procederá a autorizar a las distintas Universidades o Instituciones educativas a emitir Títulos y Grados Académicos, la cual se muestra en la Figura 5.6.

*Figura 5.6: Modelo de ejemplo, SUNEDU publicando la dirección pública que autoriza a las Universidades a emitir títulos digitales y el procedimiento de emisiones de los mismos*



RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO  
N° 200-2020-SUNEDU-CD

Lima, 31 de octubre de 2020

Vistos:

El Informe N° 0200-2020-SUNEDU-01-10 de la Dirección de Supervisión y el Informe N° 0200-2020-SUNEDU-01-20 de la Oficina de Asesoría Jurídica;

Considerando:

Que, mediante el Artículo N° 12 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria (Ley Universitaria) se creó la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - Sunedu, como organismo técnico especializado adscrito al Ministerio de Educación, responsable del licenciamiento para el servicio educativo superior universitario, de supervisar la calidad de dicho servicio y fiscalizar si los recursos públicos y beneficios otorgados por Ley a las Universidades han sido destinados a fines educativos y al mejoramiento de la calidad;

Que, por otro lado, el Artículo N° 22 de la Ley Universitaria establece que la Sunedu es la autoridad central de la supervisión de la calidad bajo el ámbito de su competencia, incluyendo el licenciamiento y supervisión de las condiciones del servicio educativo a nivel universitario, en razón de lo cual dicta normas y establece procedimientos para asegurar el cumplimiento de las políticas públicas del Sector Educación en materia de su competencia;

Se resuelve:

Artículo N° 1.- Autorizar a las instituciones Educativas a Emitir Títulos Profesionales en formato digital mediante el procedimiento técnico basado en la tecnología Blockchain, cuya ejecución se realizará según los estándares establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 0200.200.2020 Buenas Prácticas para la Emisión de Certificados y Títulos Digitales basados en tecnología Blockchain.

Artículo N° 2.- Considérese a la Dirección Pública o Wallet de la red pública Bitcoin con representación **1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme** como la dirección única y válida para reconocer a las instituciones educativas como autorizadas a emitir Títulos Profesionales de forma digital.

Artículo N° 3.- Publicación

Dispóngase la publicación de la presente resolución en el diario oficial El Peruano y encárguese a la Oficina de Comunicaciones la publicación de la presente Resolución y su exposición de motivos en el portal institucional de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria ([www.sunedu.gob.pe](http://www.sunedu.gob.pe)), el mismo día de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Regístrese y publíquese.

Nombres y Apellidos del Presidente del Consejo Directivo de la SUNEDU  
Presidente del Consejo Directivo de la SUNEDU

*Fuente: Elaboración Propia, a partir de Resoluciones Emitidas anteriormente.*



Al día siguiente de la publicación de una Resolución como la planteada, toda institución educativa que desee emitir Títulos Digitales podrá hacerlo mediante una solicitud que evaluará la Autoridad Educativa.

Las resoluciones autorizando a una institución educativa podrán ser publicadas también en un medio de comunicación masivo; sin embargo, la verificación en la Blockchain será suficiente para poder determinar si una institución cuenta o no con autorización para emitir un Título Digital y también para validar si un certificado de Título Profesional generado de forma digital cuenta con la validez necesaria y fue emitido del periodo de vigencia de la autorización correspondiente.

### **5.6.3. Habilitación de la Universidad a emitir Títulos mediante su Wallet, W(U)**

Mediante el esquema de autorización planteado en esta Tesis, la Autoridad Educativa, en este caso la SUNEDU, es la Entidad que autoriza a la Universidad a participar como parte del modelo de Emisión de Títulos y Grados Académicos basado en Blockchain.

La entidad evalúa la solicitud y genera una Resolución a fin de certificar públicamente la Wallet W(U) como una Wallet autorizada a emitir Títulos Profesionales dentro de un periodo previamente establecido por la SUNEDU.

A continuación, describimos los mecanismos básicos a utilizar para generar un Certificado Digital que contenga la Autorización a una Wallet de una Universidad para emitir Títulos Profesionales en formato digital, tal como se aprecia en la Figura 5.7.

*Figura 5.7: Definición de la Dirección Pública de la Universidad, W(U)*

Ejemplo de Wallet Firmante de la Universidad Solicitante, W(U): Dirección Pública: <b>1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ</b> Llave Privada: 60fc9c6286bc838e8ea5a1ff66b1ef13b3f316869216f38eeae594181f694384 WIF Key: 5JYzygmUcJhppgxDgNzGFJb4t7Pi5U9GvAKutETNU1YyRdmyRuV
---

*Fuente: Elaboración Propia.*

Como se explicó en la sección 5.4.1, se recomienda ampliamente el uso de Wallets de firma única; sin embargo, en caso sea necesario y se sustente técnicamente, el modelo soporta la utilización de Wallets Multifirma, los cuales serán tratados de la misma forma por la Autoridad Educativa para efectos de autorización, pero que, de requerirse su utilización, necesitarán todas las llaves privadas de las autoridades, ya sea en simultáneo o por separado, sin importar el orden, para confirmar la generación del título profesional

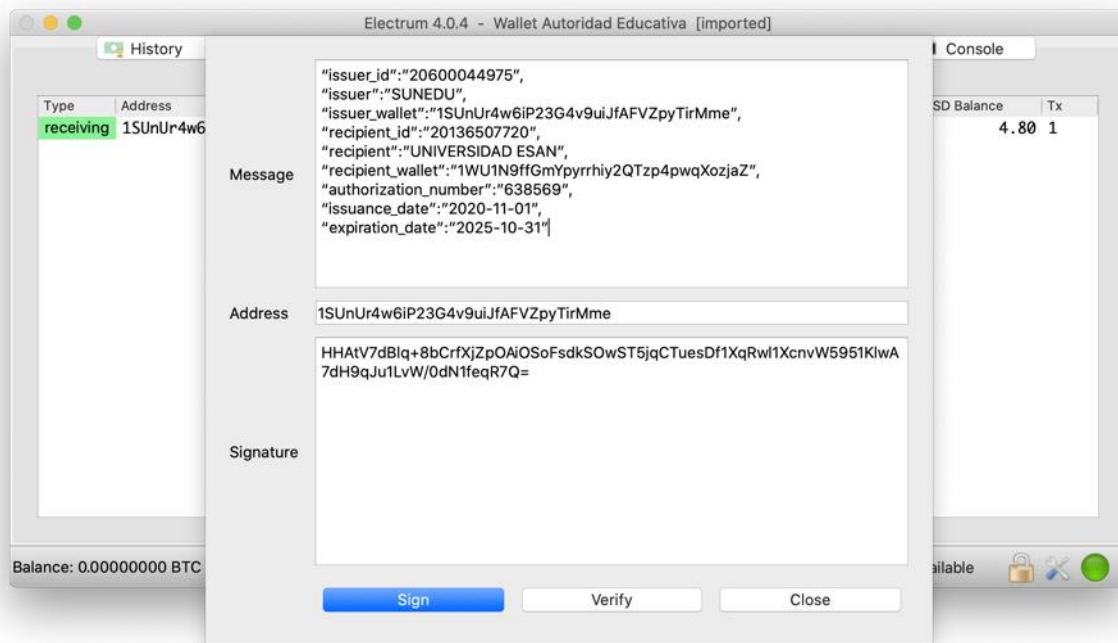
El contenido de la resolución es firmado digitalmente y el Hash de este Certificado Digital, aprobando la Wallet Firmante W(U) es añadido a la Blockchain.

El registro de la transacción y el número de bloque son almacenados en Bases de datos públicas para que cualquier persona natural o jurídica pueda validar la autorización de W(U) y la vigencia de dicha autorización.

#### **5.6.3.1. Emisión del Certificado de Autorización a W(U) Con Firma Digital**

El ejemplo mostrado en la Figura 5.8 es una Declaración de Existencia de Resolución emitida por la Autoridad. A través de una herramienta que permita firmar un mensaje con una dirección válida y utilizando la llave privada de la misma, se generará el Certificado Digital que representará a la Resolución que aprueba la utilización de la Wallet Firmante W(U).

*Figura 5.8: Creación del Certificado Digital que autoriza a la Universidad a emitir Títulos Profesionales Electrónicos a través de la Wallet Firmante, W(U)*



*Fuente: Elaboración Propia, utilizando la herramienta Electrum v4.0.7.*

El contenido del Certificado Digital de aprobación de la Wallet Firmante W(U) se almacena en la base de datos de la Autoridad, junto con la Firma de la dirección W(S) para demostrar la titularidad a través de la no repudiabilidad de la autorización. En paralelo, la Resolución puede también ser publicada en medios de comunicación masivos.

Cualquier herramienta de validación deberá poder acceder a un servicio en línea donde pueda encontrar la información de las autorizaciones emitidas para ver los detalles del Certificado Digital; sin embargo, la validación de integridad y fecha fidedigna se obtendrá con la verificación de inscripción de esta autorización en la Blockchain.

A continuación, elaboramos un ejemplo de consulta para la validación de los datos de la Wallet W(U) en un servicio brindado por la Autoridad Educativa, en este caso la SUNEDU, la que podrá publicar un servicio de consulta que permita VALIDAR la autorización de una determinada Universidad para emitir Títulos y Grados Profesionales a través de la dirección pública seleccionada (Wallet) por la Universidad.

La URL de verificación de la dirección **1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ**, puede ser una como la planteada a continuación, y debe poder ser accesible desde cualquier ubicación mediante cualquier navegador de Internet, incluso smartphones: <https://sunedu.iol.pe/api/validate/1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ>

A través de una URL similar a la planteada, donde se añade como parámetro de consulta la dirección pública de la Universidad (es decir, la dirección Bitcoin 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ), se obtendría una respuesta en formato JSON (JavaScript Object Notation) o eventualmente en XML si se prefiere, conteniendo la autorización emitida por SUNEDU, la dirección de la misma y la firma digital correspondiente, como se aprecia en la Figura 5.9.

*Figura 5.9: Certificado Digital emitido por W(S) a favor de W(U), con firma verificable, denominado Cert(U)*

```
{
  "message":
  {
    "issuer_id": "20600044975",
    "issuer": "SUNEDU",
    "issuer_wallet": "ISUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme",
    "recipient_id": "20136507720",
    "recipient": "UNIVERSIDAD ESAN",
    "recipient_wallet": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",
    "authorization_number": "638569",
    "issuance_date": "2020-11-01",
    "expiration_date": "2025-10-31"
  },
  "address": "ISUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme",
  "signature": "HHAAtV7dBlq+8bCrFjZpOAiOsoFsdKSOwST5jqCTuesDf1XqRw11XcnvW5951KlwA7dH9qJu1LvW/0dN1feqR7Q="
}
```

*Fuente: Elaboración Propia, a partir del resultado de la gráfica anterior.*

Esta respuesta, brindada por el servicio público provisto por la Autoridad (SUNEDU) constituye el Certificado Digital de Autorización a la Universidad, abreviado como Cert(U), que autoriza a la Universidad titular de la Wallet W(U) a emitir Títulos Profesionales en formato digital y contiene la información necesaria para ser validada y verificada.

La Validación nos permite garantizar que el mensaje (Autorización) ha sido efectivamente emitido y firmada utilizando la llave privada correspondiente al emisor titular de la dirección pública **1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme**; es decir, el mensaje cumple con las condiciones de un Certificado Digital, emitido de forma no repudiable por la Autoridad Educativa; es decir, con su publicación en la Blockchain, la Universidad contará con la autorización de SUNEDU para emitir Títulos Profesionales bajo el estándar Blockcerts.

### **5.6.3.2. Hash del Certificado Digital de Autorización, insumo para la Verificación**

El proceso de verificación del Certificado nos permitirá comprobar que dicha autorización existe si el hash del mismo se encuentra inscrito en la Blockchain, asimismo, que el Certificado no ha sido modificado, ya que cualquier cambio, por mínimo que sea, genera un Hash totalmente distinto. Para ello, obtenemos el Hash SHA-256 del mensaje en la Figura 5.9: **951c57b71f1b458561cfd4ad893e7469916ef9e3640b8c248128a395d8c3e6b5**. el cual puede ser calculado con herramientas como la que se observa en la Figura 5.10:

*Figura 5.10: Cálculo del Hash del Certificado Digital de autorización de W(U) emitido por W(S)*

Web

Network

**Security**

- Certificate Checker
- Certificate Chain Composer
- SHA256 Generator**
- SSL FREAK Test
- TLS Logjam Test

Other

Input value

```
{
  "message":
  {
    "issuer_id": "20600044975",
    "issuer": "SUNEDU",
    "issuer_wallet": "1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme",
    "recipient_id": "20136507720",
    "recipient": "UNIVERSIDAD ESAN",
    "recipient_wallet": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",
    "authorization_number": "638569",
    "issuance_date": "2020-11-01",
    "expiration_date": "2025-10-31"
  },
  "address": "1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme",

  "signature": "HHAtV7dBlq+8bCrfXjZpOAIoSoFsdksOWST5jqCTuesDf1XqRw1XcnevW5951KlwA7dH9qJu1LvW/OdN1feqR7Q="
}
```

**Generate**

SHA256 HASH

```
951c57b71f1b458561cfd4ad893e7469916ef9e3640b8c248128a395d8c3e6b5
```

Fuente: Elaboración Propia con herramienta <https://tools.keycdn.com/sha256-online-generator>

### 5.6.3.3. Validación, prueba de integridad y no repudiabilidad

Para realizar la validación del mensaje que contiene el Certificado de Autorización, se puede utilizar cualquier herramienta que incorpore las librerías criptográficas requeridas por la Blockchain Bitcoin. Para ello se requiere el mensaje, la dirección pública y la firma digital.

En el caso de ejemplo práctico, validamos el mensaje separando los tres componentes del certificado contenidos en el Certificado Digital de la autorización, y los colocamos en la herramienta online de la plataforma <https://tools.bitcoin.com/verify-message/>, como se aprecia en la Figura 5.11.

Figura 5.11: Validación de firma digital del Certificado de Autorización de W(U)

The screenshot shows the 'tools.bitcoin.com/verify-message/' interface. At the top, there are navigation links for 'Get Started', 'Wallet', 'Mining', 'News', 'Exchange', 'Casino Games', and 'Buy B'. The main content area displays three sections:

- Bitcoin address:** A green checkmark indicates a 'Valid bitcoin address'. The address shown is `1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme`.
- Message:** A green checkmark indicates the 'Message signed by the private key of 1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme'. The message content is a JSON object:

```
"issuer_id": "20600044975",
"issuer": "SUNEDU",
"issuer_wallet": "1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme",
"recipient_id": "20136507720",
"recipient": "UNIVERSIDAD ESAN",
"recipient_wallet": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pqwXozjaZ",
"authorization_number": "638569",
"issuance_date": "2020-11-01",
"expiration_date": "2025-10-31"
```
- Signature:** A green checkmark indicates a 'Valid signature'. The signature is `HHAtV7dBlq+8bCrfXjZpOAIOSoFsdksOwST5jqCTuesDf1XqRw1IXcnvW5951KlwA7dH9qJu1LvW/0dN1feqR7Q=`.

Fuente: Elaboración Propia en <https://tools.bitcoin.com/verify-message/>

La firma digital (Digital Signature) es el producto de aplicar la llave privada de la dirección de la Autoridad Educativa al mensaje.

Como se explicó anteriormente, esta firma puede ser validada en cualquier momento, con múltiples herramientas disponibles, lo que garantiza la integridad del mensaje así como la no repudiabilidad de la autorización.

Cualquier alteración de los datos contenidos en el mensaje, sean datos añadidos, eliminados o modificados, invalida la firma, como se puede observar en la Figura 5.12, donde se intenta alterar la fecha de expiración.

Figura 5.12: Firma invalidada del Certificado Digital modificado en un solo dígito

The screenshot shows a web browser window with the URL [tools.bitcoin.com/verify-message/](https://tools.bitcoin.com/verify-message/). The page has a header with the 'tcoin.com' logo, currency values for BCH (\$336.31) and BTC (\$1923790), and navigation links for 'Get Started', 'Wallet', 'Mining', 'News', 'Exchange', 'Casino Games', and 'Buy Bit'. The main content area is divided into three sections, each with a red background:

- Bitcoin address \***: 1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme
- Message \***:

```
"issuer_id": "20600044975",  
"issuer": "SUNEDU",  
"issuer_wallet": "1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme",  
"recipient_id": "20136507720",  
"recipient": "UNIVERSIDAD ESAN",  
"recipient_wallet": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",  
"authorization_number": "638569",  
"issuance_date": "2020-11-01",  
"expiration_date": "2035-10-31"
```
- Signature \***: HHAAtV7dBlq+8bCrfXjZpOAIoSoFsdksOWST5jqCTuesDf1XqRw1XcnvW5951KlwA7dH9qJu1LvW/0dN1feqR7Q=

Fuente: Elaboración Propia en <https://tools.bitcoin.com/verify-message/>

En el ejemplo de la Figura 5.12, intentamos modificar el valor del Certificado en el campo "expiration\_date" de "2025-10-31" a "2035-10-31", una actividad que podría ser un intento de extender la vigencia de la autorización; sin embargo, este cambio genera que en el proceso de validación se detecte que la firma criptográfica no corresponde al texto modificado ni tampoco que corresponda a la dirección pública.

La verificación se realiza sin necesidad de poseer la llave pública o privada, por ello este estándar de validación criptográfica es de muy fácil y rápida aplicación, manteniendo altos niveles de seguridad.

#### 5.6.3.4. Generación de transacción de entrega de autorización en la Blockchain

Por otro lado, para garantizar la inscripción de esta autorización en la Blockchain, el Hash del mensaje previamente validado debe encontrarse dentro de una transacción inscrita dentro de



la Blockchain, esta transacción debe ser enviada desde la Wallet de la Autoridad W(S) hacia la Wallet Firmante de la Universidad W(U).

Para el ejemplo práctico, se ha asignado a la Wallet de la Autoridad Educativa W(S) el monto de 0.00025 Bitcoins (Valorizados en US\$ 4.81 en Noviembre 2020) a fin de poder desarrollar el ejemplo, mediante la transacción mostrada en la Figura 5.13.

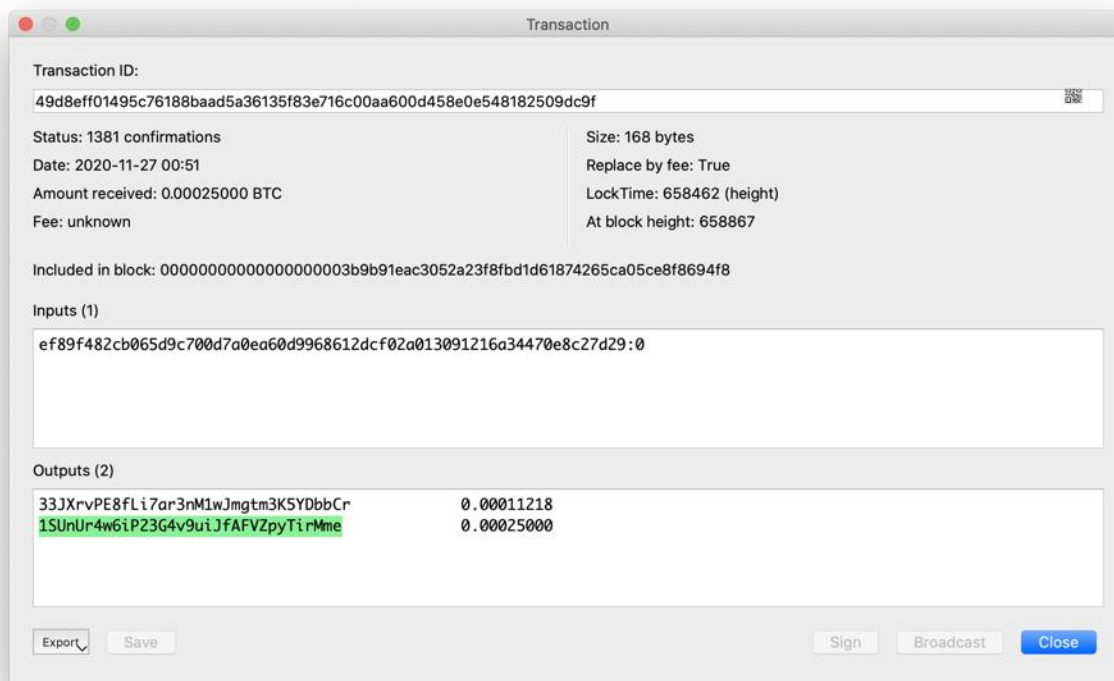
*Figura 5.13: Definición de la Transacción de Adquisición de fondos de la Autoridad Educativa*

```
TXID: 49d8eff01495c76188baad5a36135f83e716c00aa600d458e0e548182509dc9f
INPUT: ef89f482cb065d9c700d7a0ea60d9968612dcf02a013091216a34470e8c27d29:0
OUTPUT 0: 33JXrvPE8fLi7ar3nM1wJmgm3K5YDbbCr (0.00011218 BTC) "VUELTO"
OUTPUT 1: 1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme (0.00025000 BTC) "UTXO"
Fee: 0.00000840 BTC
```

*Fuente: Elaboración Propia.*

Con ello, la dirección **1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme** incrementa su balance en 0.00025 BTC, y este es un registro de saldo conocido como UTXO (Unspent Transaction Outputs), el cual para efectos de identificación como Fuente de Fondos o Input en las subsiguientes transacciones generadas por W(S), será representado con la sintaxis <TXID>:<OUTPUT\_NUMBER>, que en este caso correspondería a 49d8eff01495c76188baad5a36135f83e716c00aa600d458e0e548182509dc9f:1, los valores Transaction ID (TXID) y el orden número 1 se puede apreciar en la Figura 5.14

Figura 5.14: Detalle de la transacción que asigna fondos a W(S)



Fuente: Elaboración Propia utilizando la herramienta Electrum v4.0.8

Para generar una nueva transacción que contenga el Hash de la consulta a la Autoridad Educativa, se debe utilizar el UTXO (Unspent Transaction Outputs) de la transacción que asignó los 0.00025 BTC a la Wallet **1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme**. El UTXO de la transacción de asignación se convierte en el INPUT de la nueva transacción, la cual contendrá , como se observa en la Figura 5.15 el Hash de la autorización a la Wallet Firmante W(U), es decir:

**951c57b71f1b458561cfd4ad893e7469916ef9e3640b8c248128a395d8c3e6b5**

Figura 5.15: Transacción que registra el Hash del Certificado Digital de Autorización de W(S) a W(U)

```
TXID: da7687c450b2fda3917f41303d1c30edb8a287be1d53bf5309e42d8f20de7b91
INPUT: 49d8eff01495c76188baad5a36135f83e716c00aa600d458e0e548182509dc9f:1
OUTPUT 0: 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ (0.00005000 BTC) "UTXO"
OUTPUT 1: 1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme (0.00025000 BTC) "VUELTO"
```

OUTPUT 2: (OP\_RETURN: Información Hexadecimal almacenada en la transacción)  
**951c57b71f1b458561cfd4ad893e7469916ef9e3640b8c248128a395d8c3e6b5**  
Fee: 0.00001000 BTC

*Fuente: Elaboración Propia*

Es importante notar en la Figura 5.15 que el OUTPUT 2 contiene un tipo de información conocido como OP\_RETURN, este tipo de OUTPUT es un componente de información que puede almacenar toda transacción dentro de la Blockchain.

Este puede contener un máximo de 80 bytes, por lo que un Hash obtenido con el algoritmo SHA-256, que contiene 32 bytes, de cualquier Certificado Digital, puede ser almacenado sin inconvenientes dentro de la transacción que almacenará la Blockchain.

Utilizando la herramienta <https://coinb.in> es posible generar la transacción, incluir el Hash del Certificado de Autorización, firmar la transacción con la llave privada de la dirección pública de W(S) y enviar a la red Blockchain de Bitcoin.

A continuación se observa en la Figura 5.16 la elaboración y verificación de la firma digital del Certificado Digital dentro de una nueva transacción.

Figura 5.16: Elaboración de la transacción que incluye Hash de Autorización de W(S) a W(U)

Fuente: Elaboración Propia en <https://coinb.in>

El proceso de firma de la transacción con la llave privada de la Wallet de la Autoridad (WIF Key: 5JH1RvjnMg1Qo3uvvmCxFigjtT9sxTEzHscDi1MmxZZgjGzwf2o) generará la siguiente secuencia en la Figura 5.17, que es enviada a la red Bitcoin a fin de que pueda ser incluida en un Bloque mediante el Proceso de Minado:

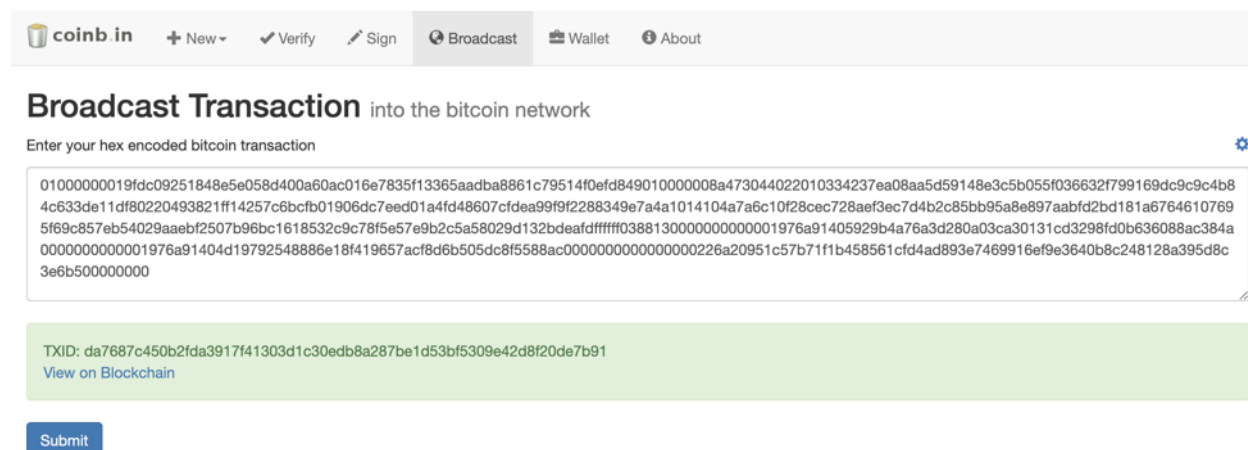
Figura 5.17: Secuencia de Transacción enviada a la Blockchain, que almacena el Hash de la Autorización emitida por W(S) para W(U)

```
01000000019fdc09251848e5e058d400a60ac016e7835f13365aadba8861c79514f0efd849010000008a47
3044022010334237ea08aa5d59148e3c5b055f036632f799169dc9c9c4b84c633de11df80220493821ff14
257c6bcfb01906dc7eed01a4fd48607cfdea99f9f2288349e7a4a1014104a7a6c10f28cec728aef3ec7d4b2c
85bb95a8e897aabfd2bd181a67646107695f69c857eb54029aaebf2507b96bc1618532c9c78f5e57e9b2c5
a58029d132bdeafdf0388130000000000001976a91405929b4a76a3d280a03ca30131cd3298fd0b636
088ac384a00000000000001976a91404d19792548886e18f419657acf8d6b505dc8f5588ac000000000000
0000226a20951c57b71f1b458561cfd4ad893e7469916ef9e3640b8c248128a395d8c3e6b500000000
```

Fuente: Elaboración Propia a partir de la herramienta <https://coinb.in>

La secuencia descrita en formato hexadecimal en la Figura 5.17 contiene todos los datos de la transacción; asimismo, se utiliza la herramienta <https://coinb.in> para publicar la transacción. Se resalta en la secuencia el hash de la Autorización, lo que demuestra que esta información quedará de forma permanente inscrita en la Blockchain. En la Figura 5.18, aparece el ID resultante de la doble aplicación del algoritmo SHA256 a dicha secuencia.

Figura 5.18: Envío a la Blockchain de la secuencia de la Transacción que registra la Autorización



Fuente: Elaboración Propia a partir de la herramienta en <https://coinb.in>

Se aprecia en la Figura 5.19 que la transacción fue publicada a través del procedimiento conocido como Broadcast, a través del cual la Blockchain incluirá en un bloque a la transacción con ID: da7687c450b2fda3917f41303d1c30edb8a287be1d53bf5309e42d8f20de7b91.

Al ser enviada a la red Bitcoin, la transacción pasa por un estadio conocido como Mempool, donde los nodos que realizan el proceso de minería intentan incluir dicha secuencia (junto con otras seleccionadas según distintos criterios) como parte de un nuevo bloque a incluir en la Blockchain.

Al ser una transacción en la plataforma Bitcoin, que contiene únicamente el Hash de la autorización, y accesible por todos los nodos que participan en la minería, se garantizan la SEGURIDAD CRIPTOGRÁFICA y la capacidad DISTRIBUIDA, respectivamente.

Apenas se genere el Bloque Nuevo, el mismo es incorporado en la Blockchain y es replicado rápidamente a todos los demás nodos en el mundo, al llegar en pocos segundos al 50% de los nodos de minería, estos validan e incluyen al mismo en su propia copia de la Blockchain, generando de esta manera el CONSENSO necesario.

De esta forma, la autorización emitida por la Autoridad Educativa mediante la emisión de un Certificado Digital firmado por W(S) a favor de la Universidad titular de la Wallet Firmante W(U) es válida, verificable, segura, inmutable, distribuida, consensuada, no repudiable y auditable, y todos los Títulos Profesionales Digitales emitidos por la Institución Educativa tendrán las mismas características pues utilizarán el mismo método planteado en este Modelo.

#### **5.6.3.5. Verificación, prueba de existencia e inmutabilidad en la Blockchain**

En el ejemplo anterior, la transacción fue incluida a través del proceso de minería en el bloque 658867 por la red Bitcoin, y ello hace que su contenido sea invariable e inmutable.

La Prueba de Existencia se realiza mediante la verificación de los hashes de un documento a verificar y el Hash almacenado en la Blockchain. Es decir, para verificar la existencia previa de un documento, en este caso el Certificado Digital de la Autorización, se aplica el Hash SHA-256 sobre el Certificado que pueda presentar la institución o cualquier persona manifestando que es auténtico; sin embargo, para demostrarlo el resultado se comparará con el hash almacenado en la Blockchain, esta comparación, de ser perfectamente idéntica, significa que el documento es original y genuino. (Chopra, Gupta y Lambora, 2019)

Asimismo, el Hash será visible de forma permanente desde cualquier herramienta de exploración de bloques (Blockchain Explorer). Como se muestra a continuación en la Figura 5.20, al buscar la transacción cuyo Transaction ID fue obtenido en la Figura 5.19 se obtiene:

Figura 5.19: Transacción conteniendo la autorización, inscrita en la Blockchain

The screenshot shows the Blockchain.com interface. At the top, there are navigation links for 'Monedero', 'Intercambio', and 'Explorador', along with buttons for 'Comprar Bitcoin' and 'Operación'. The main section is titled 'Resumen' and displays transaction details. The transaction hash is 'da7687c450b2fda3917f41303d1c30edb8a287be1d53bf5309e4...'. The transaction date is '2020-11-24 11:59'. The input is '1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme' with a value of '0.00025000 BTC'. The outputs are '1WU1N9ffGmYpyrrhy2QTzp4pwqXozjaZ' (0.00005000 BTC), '1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme' (0.00019000 BTC), and 'OP\_RETURN' (0.00000000 BTC). The commission is '0.00001000 BTC (3.333 sat/B - 0.833 sat/WU - 300 bytes)'. Below the summary, the 'Detalles' section shows the full hash, state 'Confirmada', reception time '2020-11-24 11:59', size '300 bytes', weight '1200', and block inclusion '658867'. An advertisement placeholder is visible on the right side.

Fuente: Blockchain.com

Asimismo, revisando la información detallada de la transacción, veremos que en la sección de Salidas (OUTPUTS), se observa la inclusión de forma permanente e inmutable del Hash de la autorización emitida por la Autoridad Educativa (SUNEDU): 951c57b71f1b458561cfd4ad893e7469916ef9e3640b8c248128a395d8c3e6b5, como puede verificarse en la Figura 5.20:

Figura 5.20: Outputs (Salidas) de la Transacción de Autorización de W(U), contiene el campo OP\_RETURN

Índice	Dirección	Pkscript	Detalles	Valor
0	1WU1N9ffGmYpyrrhly2QTzp4pwqXozjaZ	OP_DUP OP_HASH160 05929b4a76a3d280a03ca30131cd3298fd0b6360 OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG	Sin gastar	0.00005000 BTC
1	1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme	OP_DUP OP_HASH160 04d19792548886e18f419657acf8d6b505dc8f55 OP_EQUALVERIFY OP_CHECKSIG	Gastado	0.00019000 BTC
2		OP_RETURN 951c57b71f1b458561cfd4ad893e7469916ef9e3640b8c248128a395d8c3e6b5	Sin gastar	0.00000000 BTC

Fuente: Blockchain.com

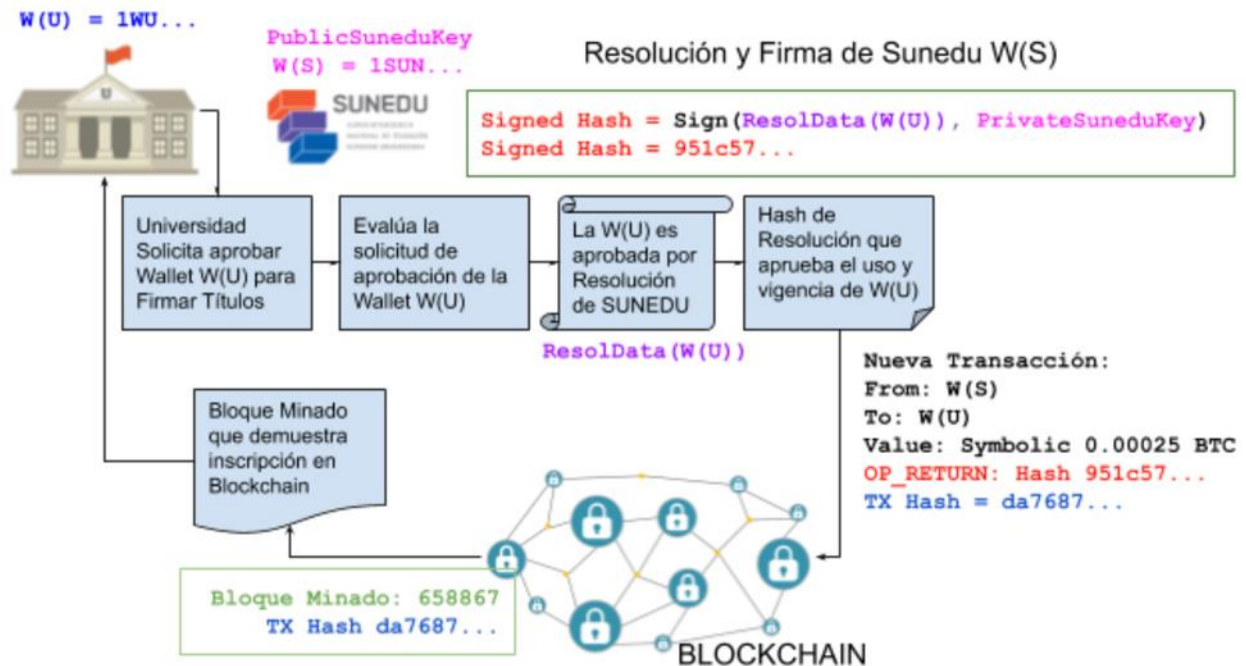
De esta forma, finalmente se ha podido verificar y validar que una autorización emitida por la Autoridad Educativa (SUNEDU), cuenta con el valor legal y probatorio suficiente que acredita a la Universidad titular de la Wallet W(U) a emitir títulos y grados de forma electrónica, los cuales contarán con validez siempre que tengan la firma digital de la Wallet W(U).

Posteriormente, podrá verificarse cómo la autorización emitida por la Autoridad Educativa podrá ser revocada en caso la Autoridad considere dicho procedimiento como necesario.

Consolidamos y resumimos en la Figura 5.21 el procedimiento explicado en para autorizar a la Universidad titular de la Wallet W(U), incluyendo los procedimientos de validación y verificación de dicha autorización a través de los procedimientos establecidos en las especificaciones del estándar Blockcerts..



Figura 5.21: Procedimiento de Autorización y Aprobación de Wallet “Firmante” de Universidad W(U)



Sustento de Validez de Dirección Pública de la Universidad W(U):

1. El contenido y firma de ResolData(W(U)) se verifica con la Dirección Pública PublicSuneduKey
2. W(U) debe tener un Input proveniente de PublicSuneduKey: Transacción da7687...
3. La Transacción contiene el Signed Hash de ResolData(W(U)): OP\_RETURN 951c57...
4. La Transacción da7687... se encuentra en el Bloque Minado 658867, que sella su fecha y hora, la fecha debe coincidir con la de ResolData(W(U)) y se vuelven inmutables todos los registros.

Fuente: Elaboración Propia

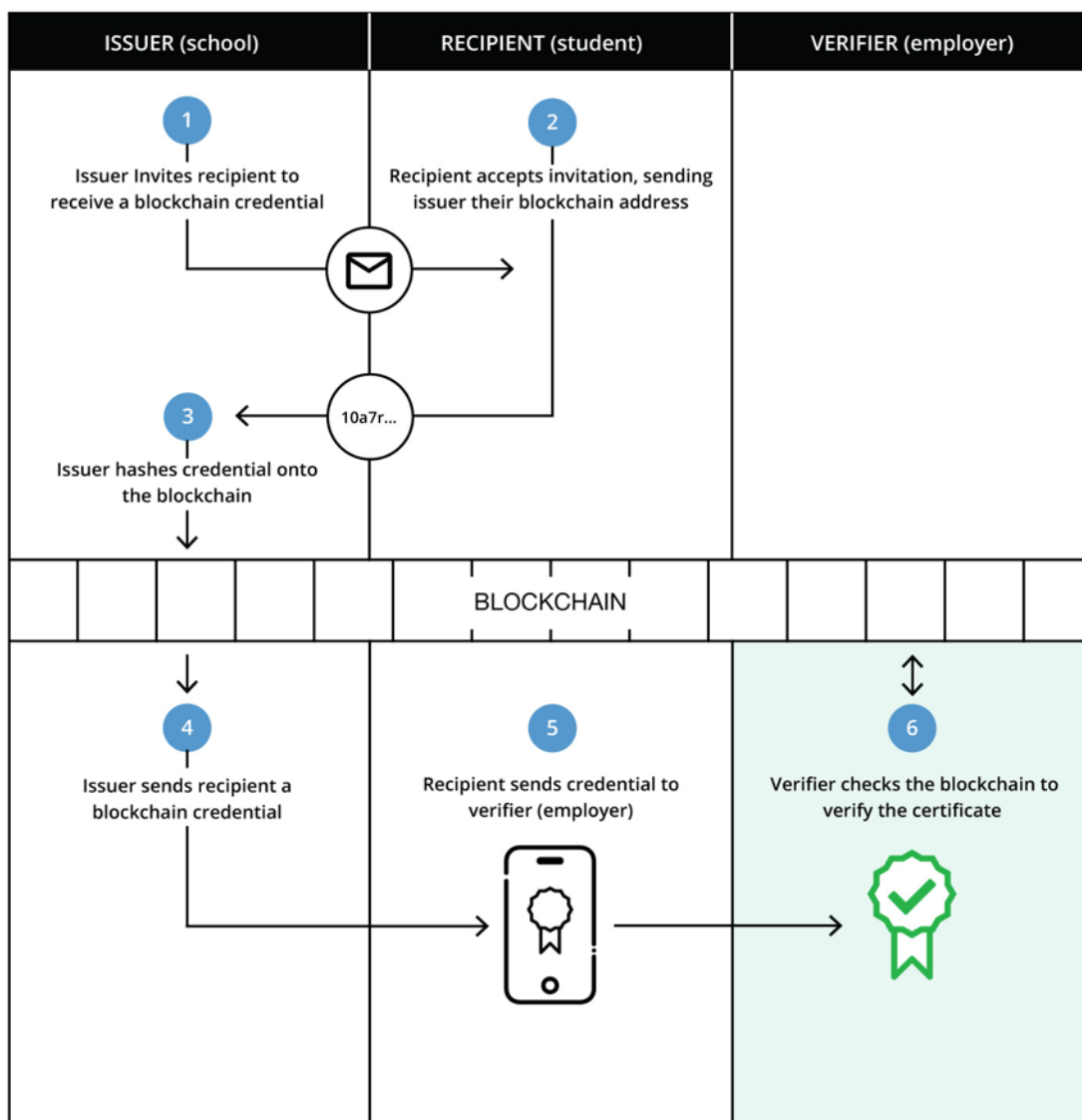
#### 5.6.4. Emisión de título profesional digital desde W(U)

Al encontrarse autorizada la Universidad titular del Wallet W(U) a emitir Títulos Profesionales, los mismos son generados mediante el procedimiento propuesto por BlockCerts.org; se utiliza el mismo flujo de creación de Certificados:

- 1) La Universidad Titular de la Wallet Firmante W(U), que cuenta con autorización de la Autoridad Educativa, invita al Profesional Egresado a aperturar una Wallet propia, en la cual podrá recibir la información del Título Profesional.

- 2) El egresado crea una cuenta, conserva su llave privada y brinda a la Universidad la dirección pública del Wallet W(Bob) en la cual recibirá el Hash del Certificado de emisión del Título.
- 3) La Universidad consolida la información necesaria para la emisión del Título Profesional, creando un mensaje de texto con dicha información en formato JSON y firma el mensaje digitalmente con la llave privada de W(U), creándose de esta forma el Certificado Digital, que puede ser validado en cualquier momento. Luego, se calcula el Hash de este certificado a fin de poder incluirlo en una transacción dentro de la Blockchain.
- 4) Al crear la transacción, la Universidad, desde la Wallet W(U), envía el Hash del Certificado Digital al Wallet del Egresado W(Bob), junto con información necesaria para que el mismo pueda ser visualizado de forma amigable.
- 5) El Egresado obtiene en su Wallet W(Bob) la evidencia inscrita en la Blockchain de la Posesión del Título Digital Emitido por la Universidad. En cualquier momento, podrá mostrar dicha información mediante un código QR a un potencial empleador o interesado en verificar el Grado Académico obtenido.
- 6) El empleador o interesado en comprobar un Título Digital, con dicho QR o a través del link de validación, podrá acceder a servicios en línea de la propia Universidad, de la Autoridad Educativa (SUNEDU), de terceros o incluso elaborados por cuenta propia con el objetivo de realizar la comprobación, ya que, con el modelo propuesto podrán validar y verificar la autenticidad y vigencia del Certificado, así como comprobar que no ha sido revocado.

Figura 5.22: Flujo de Generación de Credenciales inscritos en la Blockchain



Fuente: <https://www.blockcerts.org/guide/>

#### 5.6.4.1. Invitación al Egresado a recibir título digital

La Universidad envía mediante correo electrónico una comunicación formal al Egresado a fin de que este pueda brindar un monedero digital donde recibirá la Información del Credencial de su Título Digital a través de la Blockchain.

**Nota:** Los siguientes correos electrónicos son ficticios, con fines ilustrativos. En los mismos se envían invitaciones a 2 Egresados para la obtención de su Título Profesional.

Figura 5.23: Invitación de la Universidad a egresado Bob Nakamoto, para que reciba su Título Electrónico

De: Universidad ESAN - Oficina de Grados y Títulos <[titulos@esan.edu.pe](mailto:titulos@esan.edu.pe)>  
Para: Bob Gustavo Nakamoto <[bobgus@gmail.com](mailto:bobgus@gmail.com)>  
Asunto: Invitación a Recibir Título Profesional en Blockchain  
Fecha: Jueves 03 de Diciembre de 2020

Estimado BOB GUSTAVO NAKAMOTO,

Por la presente le saludamos cordialmente y le invitamos a recibir su Título Profesional en formato Digital como Licenciado en Administración y Finanzas.

Para ello, le solicitamos aperturar un Wallet electrónico y brindarnos su dirección pública a fin de poder generar y enviar el Título a dicha dirección. Puede obtener el Wallet en nuestra plataforma de servicios o por su cuenta en la plataforma que desee, siempre y cuando pertenezca a la Blockchain pública de la red Bitcoin.

Cuando tenga su dirección, actualice la misma en su perfil de Egresado en el Portal Académico y en breves el Título Académico llegará a su Wallet Electrónico, con un código que podrá presentar ante cualquier empresa, autoridad o institución pública o privada en cualquier parte del mundo y acreditará el logro académico obtenido.

Sin otro particular, le agradecemos la confianza depositada en nuestra institución.

Nombres y Apellidos del Titular de la Oficina de Grados y Títulos  
Oficina de Grados y Títulos  
Universidad ESAN

Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.24: Invitación de la Universidad a egresado Bob Nakamoto, para que reciba su Título Electrónico

De: Universidad ESAN - Oficina de Grados y Títulos <[titulos@esan.edu.pe](mailto:titulos@esan.edu.pe)>  
Para: Alice Satoshi Plink <[alic176pl1nk@hotmail.com](mailto:alic176pl1nk@hotmail.com)>  
Asunto: Invitación a Recibir Título Profesional en Blockchain  
Fecha: Jueves 03 de Diciembre de 2020

Estimada ALICE SATOSHI PLINK,

Por la presente le saludamos cordialmente y le invitamos a recibir su Título Profesional en formato Digital como Licenciada en Ingeniería de Sistemas.

Para ello, le solicitamos aperturar un Wallet electrónico y brindarnos su dirección pública a fin de poder generar y enviar el Título a dicha dirección. Puede obtener el Wallet en nuestra plataforma de servicios o por su cuenta en la plataforma que desee, siempre y cuando pertenezca a la Blockchain pública de la red Bitcoin.

Cuando tenga su dirección, actualice la misma en su perfil de Egresado en el Portal Académico y en breves el Título Académico llegará a su Wallet Electrónico, con un código que podrá presentar ante cualquier empresa, autoridad o institución pública o privada en cualquier parte del mundo y acreditará el logro académico obtenido.

Sin otro particular, le agradecemos la confianza depositada en nuestra institución.

Nombres y Apellidos del Titular de la Oficina de Grados y Títulos  
Oficina de Grados y Títulos  
Universidad ESAN

*Fuente: Elaboración Propia*

Mediante una notificación similar, el Egresado podrá generar su Wallet, a la que llamaremos W(Bob) y se la brindará a la Universidad por los medios que ésta estime conveniente. En el caso del ejemplo, la Wallet tendrá que ser registrada en el perfil del Egresado, a través del Portal Académico.

#### **5.6.4.2. Creación de Wallets de los Egresados Profesionales**

Para ilustrar este paso, utilizaremos como ejemplo a los profesionales ficticios, Bob y Alice, quienes generarán las Wallets W(Bob) y W(Alice) respectivamente, guardarán en sus dispositivos las llaves privadas y brindarán las direcciones públicas a la Universidad.

El egresado ficticio Bob Gustavo Nakamoto definirá como propia la dirección 1BobGUS3A2fzqToiarLCY4srwzsN5dbcqx y la registrará en el Portal Académico de la Institución, a fin de recibir en esta dirección, W(Bob), el Hash del Certificado Digital del Título correspondiente e información proveniente de la Wallet autorizada de la Universidad, W(U).

*Figura 5.25: Definición de la Llave Privada y Dirección Pública de Bob Nakamoto, Wallet W(Bob)*

Ejemplo de Wallet W(Bob), Profesional en Administración y Finanzas:  
Dirección Pública: 1BobGUS3A2fzqToiarLCY4srwzsN5dbcqx  
Llave Privada: 62adae290ad60c0504e638534fd43d766c0ac9b518d7aecb66b30a47b985717c  
WIF Key: 5JZkBxhBkZ2jhvj1rJgygXLQw1jr7F324bAXDKWLncLNJeqe4h8

*Fuente: Elaboración Propia*

La egresada ficticia Alice Satoshi Plink definirá como propia la dirección 1ALiC176PL1NKaD62wY5Q1peYxHCSf9Ezs y la registrará en el Portal Académico de la Institución, a fin de recibir en esta dirección, W(Alice) el Hash del Certificado Digital del Título correspondiente e información proveniente de la Wallet autorizada de la Universidad, W(U).

Figura 5.26: Definición de la Llave Privada y Dirección Pública de Alice Satoshi, Wallet W(Alice)

Ejemplo de Wallet W(Alice), Profesional en Ingeniería de Sistemas:  
Dirección Pública: 1ALiC176PL1NKaD62wY5Q1peYxHCSf9Ezs  
Llave Privada: 5786ed31d52f55d598365412679dd4c1e167f21d54c581033637036b90de062f  
WIF Key: 5JUqLq6qkUiQkDoLcZ7MWx6DYnZTPRweRoV5fRAkYS1CkmfAkGz

Fuente: Elaboración Propia

### 5.6.4.3. Emisión de los Títulos Digitales y su registro en la Blockchain

Una vez conocidas las direcciones públicas de los Egresados, la Universidad procederá a crear para cada uno de ellos el Certificado Digital conteniendo el Título o Grado Académico. Se utilizará el formato JSON para elaborar la información correspondiente al Título Profesional, para ambos profesionales como se explica en los ejemplos siguientes:

#### 5.6.4.3.1. Título digital emitido para “Bob Gustavo Nakamoto”, W(BOB)

Certificado Digital del Título Profesional como Licenciado en Administración y Finanzas emitido y firmado digitalmente por la Universidad Titular de la Wallet W(U) al Egresado Bob Gustavo Nakamoto, al que denominaremos Cert(Bob):

Figura 5.27: Ejemplo del Certificado Digital Cert(Bob) emitido por W(U) para Bob Nakamoto

```
{
  "message":
  {
    "issuer_id": "20136507720",
    "issuer": "UNIVERSIDAD ESAN",
    "issuer_wallet": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",
    "recipient_id": "2020200201",
    "recipient": "NAKAMOTO, BOB GUSTAVO",
    "recipient_wallet": "1BobGUS3A2fzqToiarLCY4srwzsN5dbcqx",
    "entitlement_number": "2020-02425",
    "entitlement_description": "ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS",
    "issuance_date": "2020-12-06",
    "expiration_date": "permanent"
  }
}
```

```
    },
    "address": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",
    "signature": "HEDjbXb5qSIgtN9d6YyFMzs0KguBvvrKlAzZNH/Vo+xKX5Yz
5T5/ZJBdX0WcWEHAwCOBO8DIMykv1tNLbhsTQ="
  }
}
```

Fuente: Elaboración Propia

Hash: bce7ee2bc3d15e1b90f432d8d9d34e0d6db8f99b9b4c50259f1dbc1e8a54b6cb

Este Hash es el que, como se ilustró en etapas anteriores, será incluido dentro de la transacción OP\_RETURN que enviará W(U) a W(Bob) para que contenga la información que demuestra la existencia del Certificado en una fecha determinada.

Por otro lado, debido a que toda transacción puede contener solo 1 OP\_RETURN, el Hash será utilizado para establecer una dirección pública adicional relacionada con el Certificado Digital, y se utilizará dicho Hash como Llave Privada de esta nueva dirección, a la que denominaremos W(Bob,Cert(Bob)).

W(Bob,Cert(Bob)) hará las veces de tabla detalle y durante la emisión del Título Profesional se le enviará una transacción con el contenido mínimo del Título dentro de OP\_RETURN, en un formato de texto legible (también llamado "Human Readable") que pueda ser leído y decodificado en caso no se encuentren disponibles los servicios en línea de las diversas instituciones.

Asimismo, a esta dirección se podrá enviar información posterior que modifique, complemente o revoque el Título otorgado, ya que ello es también una necesidad que eventualmente el modelo deberá soportar. En la Figura 5.28 definimos dicha Wallet.

*Figura 5.28: Definición del Wallet correspondiente al Certificado Digital de Bob, W(Bob, Cert(Bob))*

```
Wallet W(Bob, Cert(Bob)), derivada del Hash del Certificado Digital Cert(Bob)
Dirección Pública: 19YepEa25PoDtedg7ifDfcnL6fV4UprkCQ
Llave Privada: bce7ee2bc3d15e1b90f432d8d9d34e0d6db8f99b9b4c50259f1dbc1e8a54b6cb
WIF Key: 5KFUvxjXni1pT4Znh2ESpQS5TfeV4Hv16kg9bP5Qqm2Yd7HxRq2
```

Fuente: Elaboración Propia

En este ejemplo, como parte ilustrativa del modelo propuesto por la Tesis, enviaremos el siguiente contenido de texto como contenido OP\_RETURN, el cual se almacenará en la Transacción enviada a la dirección resultante del Hash del Certificado Digital del Título Profesional, [19YepEa25PoDtedg7ifDfcnL6fV4UprkCQ](#):

Texto Plano:

**Universidad ESAN**

**NAKAMOTO, BOB GUSTAVO**

**ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS**

**2020-12-06**

Texto en Codificación Hexadecimal (Que es incluido como OP\_RETURN):

**556e697665727369646164204553414e0a4e414b414d4f544f2c20424f42204755535441564  
f0a41444d494e49535452414349d34e20592046494e414e5a41530a323032302d31322d3036**

El extracto de texto como un registro OP\_RETURN tiene un tope máximo de 80 bytes, por lo que eventualmente las Universidades podrán definir mecanismos para recortar el texto a presentar de tal forma que no exceda dicho límite.

*Figura 5.29: Primera transacción: W(U) envía Hash del certificado digital a W(Bob)*

```
TXID: 42790c1518fbc8e638565449408cc0fd0685cdfd729c7c06789a8b67fd89fa4e
Input: 774ce42c4d8d92ee1a49a295fa7936912c7e2a43a600a3c882b53c6338229ed5:0
Output 0: 1BobGUS3A2fzqToiarLCY4srwzN5dbcqx (0.00025000 BTC) "UTXO"
Output 1: 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ (0.00073495 BTC) "VUELTO"
Output 2: (OP_RETURN: Información Hexadecimal almacenada en la transacción)
         bce7ee2bc3d15e1b90f432d8d9d34e0d6db8f99b9b4c50259f1dbc1e8a54b6cb
Fee: 0.00001505 BTC
```

*Fuente: Elaboración Propia*

En la Figura 5.30 se puede observar cómo la transacción anterior, con identificador 42790c1518fbc8e638565449408cc0fd0685cdfd729c7c06789a8b67fd89fa4e, queda inscrita en la Blockchain de forma permanente y es incluida en el bloque 660157, lo que prueba la existencia del Certificado Digital Cert(Bob).



Figura 5.30: Inclusión en la Blockchain de la transacción que registra el Hash de Cert(Bob), bloque 660157

The screenshot shows the Blockchain.com Explorer interface. At the top, there's a navigation bar with 'Blockchain.com', 'Monedero', 'Intercambio', and 'Explorer'. Below that, a 'Resumen' section displays transaction details. The main transaction hash is 42790c1518fbc8e638565449408cc0fd0685cdfd729c7c06789a8b67fd89fa4e. It shows an input of 0.00100000 BTC from address 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ. The outputs are: 0.00025000 BTC to 1BobGUS3A2fqToiarLCY4srwzsN5dbcqx, 0.00073495 BTC to 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ, and 0.00000000 BTC (OP\_RETURN). The commission is 0.00001505 BTC (5.000 sat/B - 1.250 sat/WU - 301 bytes). A 'Detalles' section below provides more information: Hash (42790c1518fbc8e638565449408cc0fd0685cdfd729c7c06789a8b67fd89fa4e), Estado (Confirmada), Hora de recepción (2020-12-06 00:07), Tamaño (301 bytes), Peso (1204), and Includido en el bloque (660157). An advertisement placeholder is visible on the right side.

Fuente: Blockchain.com

Asimismo, en la sección Salidas (Outputs), el campo OP\_RETURN almacena el Hash del Certificado Digital emitido por W(U) para (Bob), que denominamos Cert(Bob), cuyo Hash SHA-256 es: [bce7ee2bc3d15e1b90f432d8d9d34e0d6db8f99b9b4c50259f1dbc1e8a54b6cb](#).

Este Hash, como se observa en la Figura 5.31 se utiliza como la Llave Privada de la dirección [19YepEa25PoDtedg7ifDfcnL6fV4UprkCQ](#), donde se podrá enviar información adicional correspondiente a dicho Título Profesional, tales como texto arbitrario durante su emisión que podrá ser presentada en caso no se cuente con los servicios en línea de la Universidad o de una Autoridad Central, o incluso para registrar la revocación del Título y así garantizar que esta información esté siempre disponible.

Figura 5.31: Segunda transacción: W(U) envía texto arbitrario del certificado a W(Bob, Cert)

```
TXID: 8ef6d1554bbae93f84f8c1882685946675082abca25095ceb2f1788b3b683f97
Input: 42790c1518fbc8e638565449408cc0fd0685cdfd729c7c06789a8b67fd89fa4e:1
Output 0: 19YepEa25PoDtedg7ifDfcnL6fV4UprkCQ (0.00005000 BTC) “UTXO”
Output 1: 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ (0.00066775 BTC) “VUELTO”
Output 2: (OP_RETURN: Información Hexadecimal almacenada en la transacción)
          556e697665727369646164204553414e0a4e414b414d4f544f2c20424f42204755535441564
          f0a41444d494e49535452414349d34e20592046494e414e5a41530a323032302d31322d3036
Fee: 0.00001720 BTC
```

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que en la transacción anterior, cualquier usuario puede examinar cómo una vez publicada en la Red Blockchain, la transacción quedó inscrita en de forma permanente con los datos OP\_RETURN como parte de la misma y es incluida en el bloque 660160.

El siguiente enlace permite examinar la transacción con identificador 8ef6d1554bbae93f84f8c1882685946675082abca25095ceb2f1788b3b683f97, donde se observa que se encuentran presentes las entradas y salidas descritas en la Figura 5.32 <https://www.Blockchain.com/es/btc/tx/8ef6d1554bbae93f84f8c1882685946675082abca25095ceb2f1788b3b683f97>

Asimismo, en la sección Salidas (Outputs), vemos que el campo OP\_RETURN efectivamente almacena la Secuencia Arbitraria del Título emitido: 556e697665727369646164204553414e0a4e414b414d4f544f2c20424f42204755535441564f0a41444d494e49535452414349d34e20592046494e414e5a41530a323032302d31322d3036, cuya decodificación de Hexadecimal a ASCII contiene el texto de la Figura 5.32:

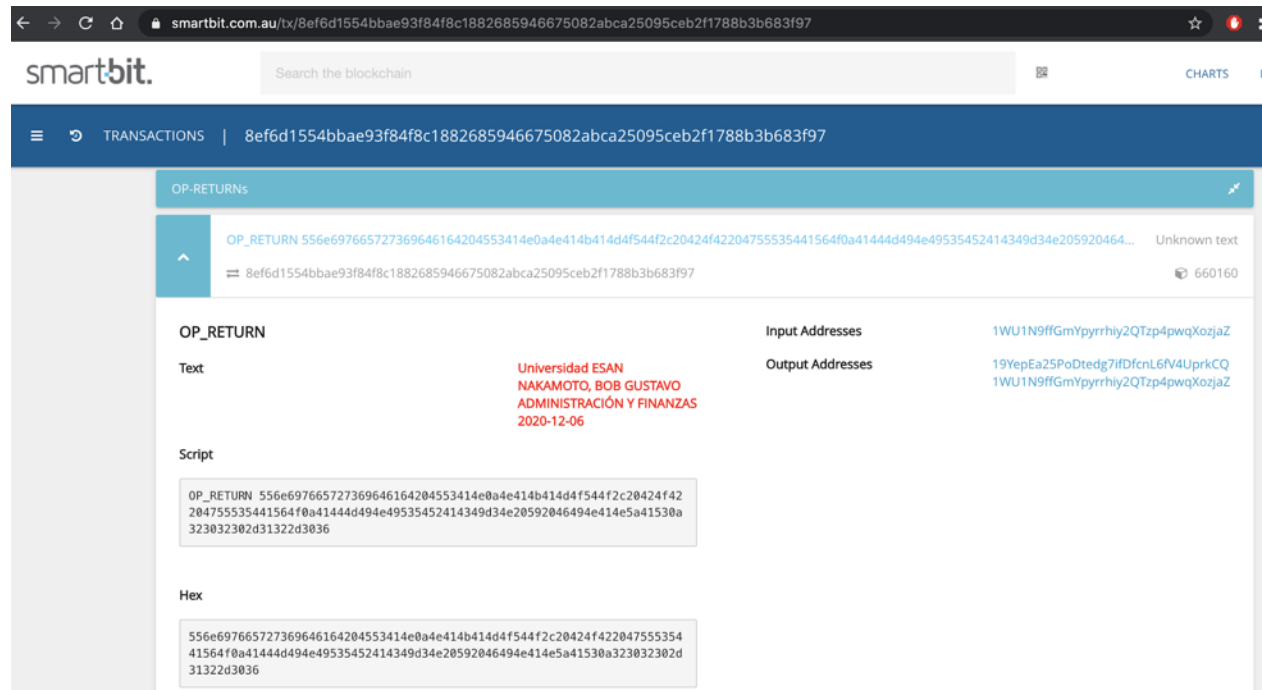
Figura 5.32: Texto decodificado del campo OP\_RETURN de la transacción recibida por W(Bob, Cert(Bob))

```
Universidad ESAN↵
NAKAMOTO, BOB GUSTAVO↵
ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS↵
2020-12-06
```

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 5.34 se muestra la evidencia de que el texto es visible y verificable en la Blockchain mediante el explorador de la cadena de bloques Smartbit en el siguiente link <https://www.smartbit.com.au/tx/8ef6d1554bbae93f84f8c1882685946675082abca25095ceb2f1788b3b683f97>

Figura 5.33: Campo OP\_RETURN conteniendo el Texto enviado por W(U) a W(Bob, Cert(Bob))



Fuente: Smartbit.com.au

#### 5.6.4.3.2. Título digital emitido para “Alice Satoshi Plink” W(ALICE)

Usando el mismo procedimiento del Título generado para Bob en la sección 5.6.4.3.1, generamos el Certificado Digital del Título Profesional como Licenciado en Ingeniería de Sistemas emitido y firmado digitalmente por la Universidad Titular de la Wallet W(U) al Egresado Alice Satoshi Plink, al que denominaremos Cert(Alice):

Figura 5.34: Ejemplo del Certificado Digital Cert(Alice) emitido por W(U) para Alice Satoshi

```
{
  "message":
  {
    "issuer_id": "20136507720",
    "issuer": "UNIVERSIDAD ESAN",
    "issuer_wallet": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",
    "recipient_id": "2020200202",
    "recipient": "PLINK, ALICE SATOSHI",
    "recipient_wallet": "1ALiC176PL1NKaD62wY5Q1peYxHCSf9Ezs",
    "entitlement_number": "2020-02426",
    "entitlement_description": "INGENIERÍA DE SISTEMAS",
    "issuance_date": "2020-12-06",
    "expiration_date": "permanent"
  },
  "address": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",
  "signature": "HBnsb6oH73T5NR6M+Y8Avm0oMR4nevYxxqto0moS8QNeIN1stdZMeq8TMoAn
ycoYJuU2d/VsXjeLbacf6FqUh9c="
}
```

Fuente: Elaboración Propia

Hash: c09c8e410184190d12177e7682115bb473cfbc85b52a6b22a140a16428b5e4f7

Con dicho Hash, como se observa en la Figura 5.36, se podrá definir la Wallet W(Alice, Cert(Alice)) que almacenará información adicional enviada por W(U).

Figura 5.35: Definición del Wallet correspondiente al Certificado Digital de Alice, W(Alice, Cert(Alice))

```
Wallet W(Alice, Cert(Alice))
Dirección Pública: 1FtzRyQtkWX2UFwCiA1XkoEeucayMXrLe
Llave Privada: c09c8e410184190d12177e7682115bb473cfbc85b52a6b22a140a16428b5e4f7
WIF Key: 5KH7asxYdwpwVKp5scbdNUSaTStEmZqZ2fm5PFLBbTewfo2rfFR
```

Fuente: Elaboración Propia

En el campo OP\_RETURN de la Transacción enviada a W(Alice, Cert(Alice)), 1FtzRyQtkWX2UFwCiA1XkoEeucayMXrLe, se incluirá el siguiente contenido:

Texto Plano:

Universidad ESAN↵

PLINK, ALICE SATOSHI↵

## INGENIERÍA DE SISTEMAS<sup>d</sup>

2020-12-06

Texto en Codificación Hexadecimal (Que es incluido como OP\_RETURN):

**556e697665727369646164204553414e0a504c494e4b2c20414c494345205341544f534  
8490a494e47454e494552cd412044452053495354454d41530a323032302d31322d3036**

Figura 5.36: Primera transacción: W(U) envía Hash del certificado digital a W(Alice)

```
TXID: 9bd45e9e85d04e42cd8e9d756a8e760cec35fda3f51b99f3ffbe23ee90a02a37
Input: 8ef6d1554bbae93f84f8c1882685946675082abca25095ceb2f1788b3b683f97:1
Output 0: 1ALiC176PL1NKaD62wY5Q1peYxHCSf9Ezs (0.00002500 BTC) "UTXO"
Output 1: 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ (0.00063372 BTC) "VUELTO"
Output 2: (OP_RETURN: Información Hexadecimal almacenada en la transacción)
          c09c8e410184190d12177e7682115bb473cfbc85b52a6b22a140a16428b5e4f7
Fee: 0.00000903 BTC
```

Fuente: Elaboración Propia

Con dicha transacción, se habrá registrado el Hash del Certificado Digital Cert(Alice); y se generará, como se aprecia en la Figura 5.38, una segunda transacción, esta vez a la Wallet W(Alice, Cert(Alice))

Figura 5.37: Segunda transacción: W(U) envía texto del certificado a W(Alice, Cert(Alice))

```
TXID: 392286eca30410c296bd83966c5c24adf4285cc2bcb7761d12b89296bfe478ed
Input: 9bd45e9e85d04e42cd8e9d756a8e760cec35fda3f51b99f3ffbe23ee90a02a37:1
Output 0: 1FtzRyQtkWX2UFwCiA1XkoEucayMXrLe (0.00002500 BTC) "UTXO"
Output 1: 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ (0.00059849 BTC) "VUELTO"
Output 2: (OP_RETURN: Información Hexadecimal almacenada en la transacción)
          556e697665727369646164204553414e0a504c494e4b2c20414c494345205341544f534
          8490a494e47454e494552cd412044452053495354454d41530a323032302d31322d3036
Fee: 0.00001023 BTC
```

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, en la sección Salidas (Outputs), el campo OP\_RETURN almacenará la Secuencia Arbitraria del Título emitido, presentado en Hexadecimal y ASCII:  
**556e697665727369646164204553414e0a504c494e4b2c20414c494345205341544f5348490a4**

94e47454e494552cd412044452053495354454d41530a323032302d31322d3036

cuya

decodificación de Hexadecimal a ASCII contiene el texto:

Figura 5.38: Texto decodificado del campo OP\_RETURN de la transacción recibida por W(Alice, Cert(Alice))

```
Universidad ESAN↵  
PLINK, ALICE SATOSHI↵  
INGENIERÍA DE SISTEMAS↵  
2020-12-06
```

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra en la Figura 5.40 la evidencia de la transacción que inscribe en la Blockchain el Hash del Certificado Digital del Título, inmutable en el bloque 660243, link <https://www.Blockchain.com/es/btc/tx/9bd45e9e85d04e42cd8e9d756a8e760cec35fda3f51b99f3ffbe23ee90a02a37>

Figura 5.39: Inclusión en la Blockchain de la transacción que registra el Hash de Cert(Alice), bloque 660243

The screenshot shows the Blockchain.com Explorer interface. At the top, there are navigation tabs for 'Monedero', 'Intercambio', and 'Explorer', along with buttons for 'Comprar Bitcoin' and 'Operación'. The main content area is titled 'Resumen' and displays transaction details. The 'Hash' field shows the transaction ID: 9bd45e9e85d04e42cd8e9d756a8e760cec35fda3f51b99f3ffbe23ee90a02a37. The 'Comisión' (fee) is 0.00000903 BTC. The 'Detalles' section provides further information: the transaction is 'Confirmada', received on 2020-12-06 at 16:46, has a size of 301 bytes, a weight of 1204, and is included in block 660243. An advertisement placeholder is visible on the right side of the page.

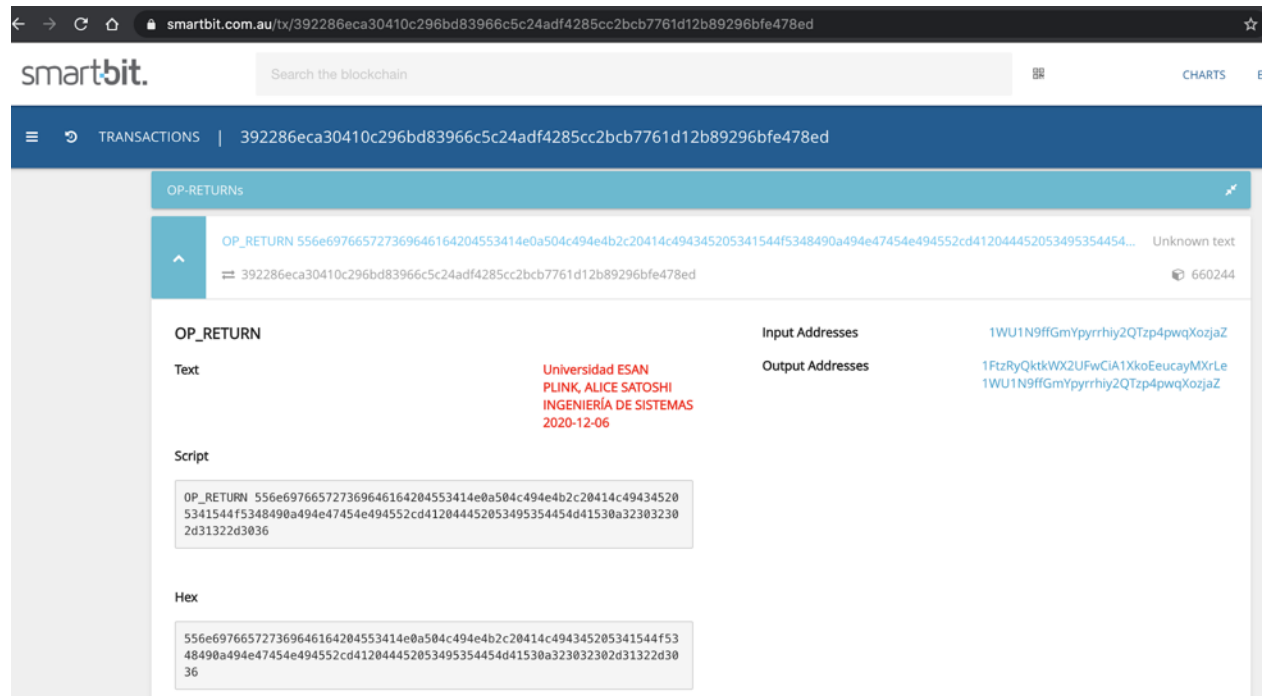
Hash	9bd45e9e85d04e42cd8e9d756a8e760cec35fda3f51b99f3ffbe...	2020-12-06 16:46
1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ	0.00066775 BTC	1ALIC176PL1NKaD62wY5Q1peYxHCSf9Ezs
		1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ
		OP_RETURN
Comisión	0.00000903 BTC (3.000 sat/B - 0.750 sat/WU - 301 bytes)	0.00002500 BTC
		0.00063372 BTC
		0.00000000 BTC
		0.00065872 BTC

Hash	9bd45e9e85d04e42cd8e9d756a8e760cec35fda3f51b99f3ffbe23ee90a02a37
Estado	Confirmada
Hora de recepción	2020-12-06 16:46
Tamaño	301 bytes
Peso	1204
Incluido en el bloque	660243

Fuente: Blockchain.com

En la Figura 5.41 vemos el texto decodificado de la segunda transacción, que contiene el texto arbitrario enviado por W(U) a W(Alice, Cert(Alice)) y que se puede explorar en el link <https://www.smartbit.com.au/tx/8ef6d1554bbae93f84f8c1882685946675082abca25095ceb2f1788b3b683f97>

Figura 5.40: Campo OP\_RETURN conteniendo el Texto enviado por W(U) a W(Alice, Cert(Alice))



Fuente: Elaboración Propia

De esta forma, el modelo propuesto presenta la prueba de concepto necesaria para emitir Títulos Profesionales en formato digital sobre la tecnología Blockchain.

#### 5.6.4.4. La Universidad envía las credenciales a los Profesionales Titulados

Una vez generadas las transacciones y las mismas son inscritas en la Blockchain, la Universidad podrá remitir el Paquete de Titulación Digital al Profesional, el cual contendrá mínimamente el Certificado Digital y el ID de la transacción dentro de la Blockchain donde se registró el Hash de dicho Certificado.

El contenido del paquete puede ser más amplio en datos si se considera necesario y la Identidad Digital lo permite, se podrá incluir la fotografía, logotipo de la institución, URL donde podrá validar al mismo, código QR, entre otros.

**Nota:** Los siguientes correos electrónicos son ficticios, con fines ilustrativos. En los mismos se envían los Títulos Digitales a Bob y Alice.

Figura 5.41: Ejemplo de correo enviado al Profesional Titulado Bob Gustavo Nakamoto

De: Universidad ESAN - Oficina de Grados y Títulos <[titulos@esan.edu.pe](mailto:titulos@esan.edu.pe)>  
Para: Bob Gustavo Nakamoto <[bobgus@gmail.com](mailto:bobgus@gmail.com)>  
Asunto: Confirmación de Título Profesional Inscrito en Blockchain  
Fecha: Lunes 07 de Diciembre de 2020

Estimado BOB GUSTAVO NAKAMOTO,


Por la presente le saludamos cordialmente y le confirmamos que su Título Profesional en formato Digital como Licenciado en Administración y Finanzas ha sido generado y enviado a su dirección Wallet 1BobGUS3A2fzqToiarLCY4srwzsN5dbcqx. Asimismo, adjuntamos el certificado de su Título Profesional en este correo, en formato JSON, así como una representación impresa en formato PDF del mismo.

Detalles de la Transacción  
Cuenta de la Universidad: 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ  
Autorización Brindada por: 1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme  
Cuenta del Profesional Titulado: 1BobGUS3A2fzqToiarLCY4srwzsN5dbcqx  
Transacción: 42790c1518fbc8e638565449408cc0fd0685cdfd729c7c06789a8b67fd89fa4e


Sin otro particular, le agradecemos la confianza depositada en nuestra institución y le deseamos los mayores éxitos en su vida profesional.

Nombres y Apellidos del Titular de la Oficina de Grados y Títulos  
Oficina de Grados y Títulos  
Universidad ESAN

---

 Título Profesional Digital 2020-02425.json

---

 Título Profesional Digital 2020-02425.pdf

Fuente: Elaboración Propia



Figura 5.42: Ejemplo de archivo adjunto en formato JSON, Título Digital enviado a Bob

```

CONTENIDO DE Título Profesional Digital 2020-02425.json

{
  "certificate":
  {
    "message":
    {
      "issuer_id": "20136507720",
      "issuer": "UNIVERSIDAD ESAN",
      "issuer_wallet": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",
      "recipient_id": "2020200201",
      "recipient": "NAKAMOTO, BOB GUSTAVO",
      "recipient_wallet": "1BobGUS3A2fzqToiarLCY4srwzsN5dbcqx",
      "entitlement_number": "2020-02425",
      "entitlement_description": "ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS",
      "issuance_date": "2020-12-06",
      "expiration_date": "permanent"
    },
    "address": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",
    "signature": "HEDjbXb5qSlgtN9d6YyFMzs0KguBvvrKIAzZNH/Vo+xKX5Y
z5T5/ZBJBdxX0WcWEHAWCOBO8DIMykv1tNLbhsTQ=",
    },
    "Hash": "bce7ee2bc3d15e1b90f432d8d9d34e0d6db8f99b9b4c50259f1d
bc1e8a54b6cb",
    "Blockchain": "BTC",
    "transaction_id": "42790c1518fbc8e638565449408cc0fd0685cdfd729c7c
06789a8b67fd89fa4e",
    "url_pdf": "https://esan.iol.pe/entitlements/pdf/2020-02425.pdf",
    "url_json": "https://esan.iol.pe/entitlements/json/2020-02425.json",
    "url_validation": "https://blockcerts.iol.pe/validate/<recipient_wallet>/<tran
saction_id>"
  }
}

```

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar en la Figura 5.43 que el contenido del Título incluye el Certificado Digital, así como también la información de las transacciones y enlaces para realizar la descarga de la representación visual y para ejecutar la validación

Figura 5.43: Representación Visual del Título Profesional de Bob, generado a partir del Título Digital

CONTENIDO DE Título Profesional Digital 2020-02425.pdf



# Universidad ESAN



**EN NOMBRE DE LA NACIÓN**  
El Rector de la Universidad ESAN por cuanto:  
El Consejo Universitario ha otorgado el Título Profesional de:

**LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS**

a don

**BOB GUSTAVO NAKAMOTO**

Quien después de haber cumplido en la Escuela de Administración de Negocios con los requisitos exigidos por la Carrera de Administración y Finanzas y las disposiciones legales vigentes, optó dicho Título a los 28 días del mes de Agosto del año dos mil veinte.

Por tanto: Expide el presente Diploma para que se le reconozca como tal. Dado y firmado en Lima a los 6 días del mes de Diciembre del año dos mil veinte.



PETER YAMAKAWA TSUIJA  
DECANO ESAN



JORGE TALAVERA TRAVERSO  
RECTOR



CARMEN VALAZCO RAMOS  
SECRETARIA GENERAL



<https://qr.iol.pe/2020-02425>

Título: 2020-02425  
Hash SHA-256 del Certificado Digital: bce7ee2bc3d15e1b90f432d8d9d34e0d6db8f99b9b4c50259f1dbc1e8a54b6cb  
Signed by: 1WU1N9ffGmYpyrrhy2QTzp4pwqXozjaZ Received by: 1BobGUS3A2fzqToiarLCY4srwzsN5dbcqx  
ID de Transacción: 42790c1518fbc8e638565449408cc0fd0685cdfd729c7c06789a8b67fd89fa4e  
Inscrito dentro de la Blockchain de la Red Bitcoin en el Bloque 660157  
Esta es una representación impresa del Título Digital inscrito en Blockchain. Puede descargarlo y validarlo mediante el Código QR o el enlace debajo del mismo.

Fuente: *Elaboración Propia*

Como se indica en la descripción de la Figura 5.44, se propone una representación visual, en este caso similar en diseño y forma similar al Título tradicional; sin embargo, el Modelo permite que la representación visual sea aprovechada según el medio. Por ejemplo, se proponen representaciones visuales verticales, a fin de que sean compatibles con los celulares, versiones animadas que demuestran incluso mayor seguridad e incluso versiones con Realidad Aumentada, donde el Profesional pueda, por ejemplo tomarse un autoretrato (selfie) sobre cualquier pared en la cual se genere automáticamente la imagen de su Título Profesional.

Figura 5.44: Ejemplo de correo enviado al Profesional Titulado Alice Satoshi Plink

De: Universidad ESAN - Oficina de Grados y Títulos <[titulos@esan.edu.pe](mailto:titulos@esan.edu.pe)>  
Para: Alice Satoshi Plink <[alic176pl1nk@hotmail.com](mailto:alic176pl1nk@hotmail.com)>  
Asunto: Confirmación de Título Profesional Inscrito en Blockchain  
Fecha: Lunes 07 de Diciembre de 2020

Estimada ALICE ,


Por la presente le saludamos cordialmente y le confirmamos que su Título Profesional en formato Digital como Licenciado en Ingeniería de Sistemas ha sido generado y enviado a su dirección Wallet 1ALiC176PL1NKaD62wY5Q1peYxHCSf9Ezs. Asimismo, adjuntamos el certificado de su Título Profesional en este correo, en formato JSON, así como una representación impresa en formato PDF del mismo.

Detalles de la Transacción  
Cuenta de la Universidad: 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ  
Autorización Brindada por: 1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme  
Cuenta del Profesional Titulado: 1ALiC176PL1NKaD62wY5Q1peYxHCSf9Ezs  
Transacción: 9bd45e9e85d04e42cd8e9d756a8e760cec35fda3f51b99f3ffbe23ee90a02a37


Sin otro particular, le agradecemos la confianza depositada en nuestra institución y le deseamos los mayores éxitos en su vida profesional.

Nombres y Apellidos del Titular de la Oficina de Grados y Títulos  
Oficina de Grados y Títulos  
Universidad ESAN

---

 Título Profesional Digital 2020-02425.json

---

 Título Profesional Digital 2020-02425.pdf

Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.45: Ejemplo de archivo adjunto en formato JSON, Título Digital enviado a Alice

CONTENIDO DE Título Profesional Digital 2020-02426.json	
{	<pre>                 "certificate":                 {                 "message":                 {                     "issuer_id": "20136507720",                     "issuer": "UNIVERSIDAD ESAN",                     "issuer_wallet": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",                     "recipient_id": "2020200202",                     "recipient": "PLINK,ALICE SATOSHI",                      "recipient_wallet": "1ALiC176PL1NKaD62wY5Q1peYxHCSf9Ezs",                     "entitlement_number": "2020-02426",                     "entitlement_description": "INGENIERÍA DE SISTEMAS",                     "issuance_date": "2020-12-06",                     "expiration_date": "permanent"                 },                 "address": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",                  "signature": "HBnsb6oH73T5NR6M+Y8Avm0oMR4nevYxxqto0moS8QN eIN1stdZMeq8TMoAnycoYJuU2d/VsXjeLbacf6FqUh9c="                 },                 "Hash": "bce7ee2bc3d15e1b90f432d8d9d34e0d6db8f99b9b4c50259f1d bc1e8a54b6cb",                 "Blockchain": "BTC",                 "transaction_id": "42790c1518fbc8e638565449408cc0fd0685cdfd729c7c 06789a8b67fd89fa4e",                 "url_pdf": "https://esan.iol.pe/entitlements/pdf/2020-02425.pdf",                 "url_json": "https://esan.iol.pe/entitlements/json/2020-02425.json",                 "url_validation": "https://blockcerts.iol.pe/validate/&lt;recipient_wallet&gt;/&lt;tran saction_id&gt;"             </pre>
}	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.46: Representación Visual del Título Profesional de Alice, generado a partir del Título Digital

CONTENIDO DE Título Profesional Digital 2020-02426.pdf



# Universidad ESAN



**EN NOMBRE DE LA NACIÓN**  
El Rector de la Universidad ESAN por cuanto:  
El Consejo Universitario ha otorgado el Título Profesional de:

**INGENIERO DE SISTEMAS**

a doña

**ALICE SATOSHI PLINK**

Quien después de haber cumplido en la Escuela de Administración de Negocios con los requisitos exigidos por la Carrera de Ingeniería de Sistemas y las disposiciones legales vigentes, optó dicho Título a los 30 días del mes de Setiembre del año dos mil veinte.

Por tanto: Expide el presente Diploma para que se le reconozca como tal. Dado y firmado en Lima a los 6 días del mes de Diciembre del año dos mil veinte.



PETER YAMAKAWA TSUIJA  
DECANO ESAN



JORGE TALAVERA TRAVERSO  
RECTOR



CARMEN VALAZCO RAMOS  
SECRETARIA GENERAL



<https://qr.iol.pe/2020-02426>

Título: 2020-02426  
Hash SHA-256 del Certificado Digital: c09c8e410184190d12177e7682115bb473cfbc85b52a6b22a140a16428b5e4f7  
Signed by: 1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ Received by: 1ALiC176PL1NKaD62wY5Q1peYxHCSf9Ezs  
ID de Transacción: 9bd45e9e85d04e42cd8e9d756a8e760cec35fda3f51b99f3f9e23ee90a02a37  
Inscrito dentro de la Blockchain de la Red Bitcoin en el Bloque 660243  
Esta es una representación impresa del Título Digital inscrito en Blockchain. Puede descargarlo y validarlo mediante el Código QR o el enlace debajo del mismo.

Fuente: Elaboración Propia

### 5.6.5. Revocación de Autorización a Wallet W(U)

Si bien una autorización pudo haber sido otorgada a la Universidad a través de la Wallet W(U), existen situaciones en las que la Autoridad Educativa tenga la necesidad de REVOCAR dicha autorización. Situaciones tales como:

- Incumplimiento de la Universidad de alguna normativa que le impida continuar emitiendo títulos profesionales.

- Compromiso de la llave privada o pérdida de acceso a la misma por parte de la Universidad, reportado a la Autoridad Educativa.
- Requerimiento de la Universidad de cambiar la Wallet W(U) por otra por procedimientos administrativos o de marketing.
- Pérdida del Licenciamiento emitido por la SUNEDU, entre otros.

Para ello, como ya se ha verificado la existencia de la autorización, en caso la misma sea revocada, basta con generar una nueva transacción enviada a la misma Wallet W(U) conteniendo el Hash del Certificado de Revocación, que a su vez se encontrará actualizado como mensaje de respuesta en la Base de Datos de la Autoridad:

<https://sunedu.iol.pe/api/validate/1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ>

*Figura 5.47: Certificado de Revocación de Autorización, CertRevoke(U) a enviar a W(U), firmado por W(S)*

```
{
  "message":
  {
    "issuer_id": "20600044975",
    "issuer": "SUNEDU",
    "issuer_wallet": "1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme",
    "recipient_id": "20136507720",
    "recipient": "UNIVERSIDAD ESAN",
    "recipient_wallet": "1WU1N9ffGmYpyrrhiy2QTzp4pwqXozjaZ",
    "authorization_number": "638569",
    "issuance_date": "2020-11-01",
    "expiration_date": "2025-10-31",
    "revocation_date": "2020-12-04"
  },
  "address": "1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme",
  "signature": "GwgmyNfh5OPHDKhK1vA3qdR58cX8RqmXCqj3YWuRb6fMCI+j9fuNTKPaJL9Al6DX4aueWhUy7JI9VV1BDFPgoFc="
}
```

*Fuente: Elaboración Propia*

Si bien esta respuesta es distinta (tiene una línea adicional de información "revocation\_date"), y además contiene una firma que es también verificable, no significa que la información de la autorización original haya sido reemplazada o modificada, recordemos su

inmutabilidad y prueba de existencia previa en la Blockchain; es decir, no puede negarse que el anterior certificado fue válidamente emitido y que existe, puesto que el Hash se encuentra de forma permanente en la Blockchain. Por ello, las revocaciones se realizan mediante la emisión de nuevos certificados. Para efectos ilustrativos, solo se añade la fecha de revocación en este certificado; las Universidades deben poder añadir campos adicionales como motivo, número de resolución, autoridad que revoca, notas relevantes, entre otros.

Esta respuesta del API es un nuevo certificado que documenta la revocación de la autorización anterior y que será inscrita en la misma Wallet W(U) usando el mismo procedimiento.

#### **5.6.5.1. Emisión de Certificado de Revocación CertRevoke(U)**

Usando la herramienta descrita en los pasos anteriores, Electrum v4.0.8, se ha generado la Firma Digital del Certificado de la Figura 5.48, CertRevoke(U), y colocado la misma en el campo "signature".

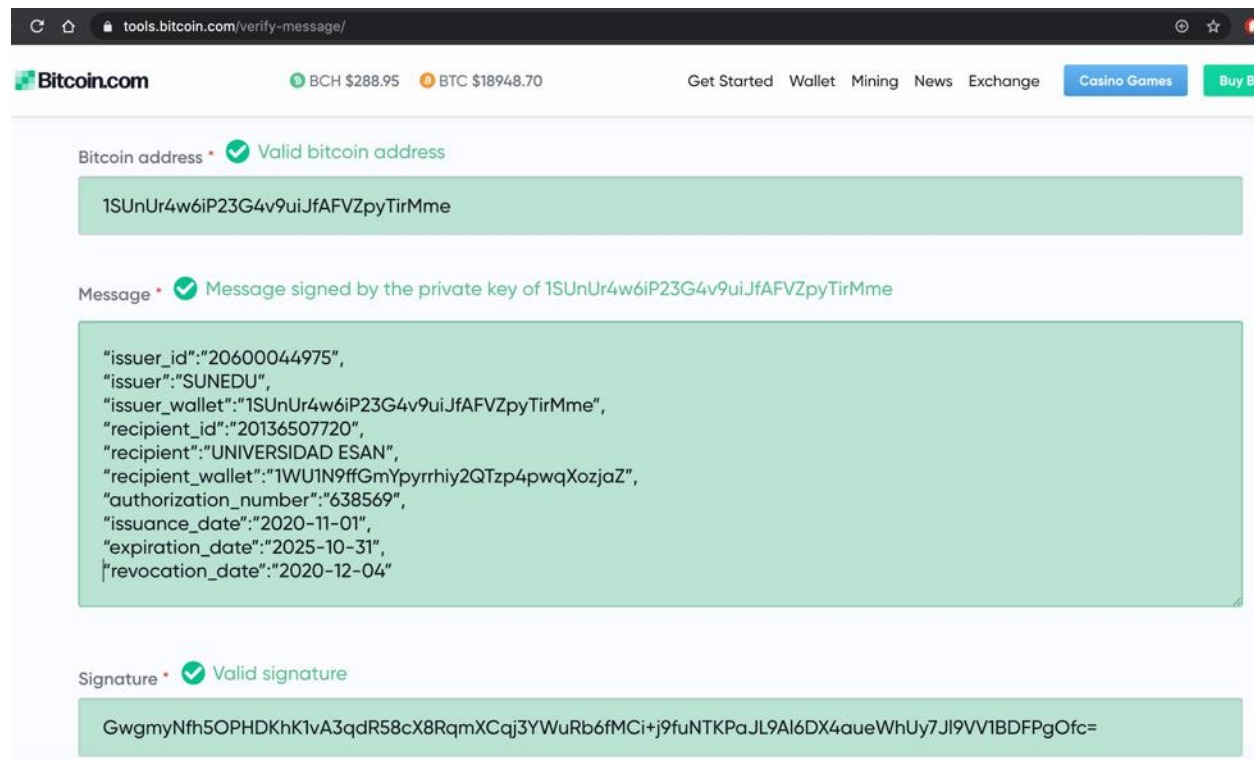
Para poder realizar la verificación de inscripción del Certificado de Revocación, CertRevoke(U), en la Blockchain Bitcoin, al igual que para la verificación de la Autorización, se calculará el Hash del mensaje obtenido mediante el algoritmo SHA256, cuyo resultado es: **0069b11cf3a0c44dadd48d8c6eba66806404caff2f591484e66811f03617110c**. Esto se puede verificar en <https://tools.keycdn.com/sha256-online-generator>

#### **5.6.5.2. Validación del Certificado de Revocación**

Para realizar la validación del mensaje conteniendo el Certificado de Revocación, usamos nuevamente la plataforma <https://tools.bitcoin.com/verify-message/>



Figura 5.48: Validación del Certificado de Revocación de W(U)



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la Figura 5.47, el mensaje es criptográficamente validado como emitido por la Wallet de la Autoridad Educativa, W(S).

### 5.6.5.3 Registro de transacción de Anotación de Revocación en la Blockchain

Para garantizar la inscripción de esta revocación en la Blockchain, el Hash del mensaje previamente validado debe encontrarse dentro de una transacción inscrita dentro de la Blockchain, esta transacción debe ser enviada desde la Wallet de la Autoridad (SUNEDU) hacia la Wallet Firmante W(U).

Para el caso de Revocación, de forma similar al envío de información complementaria en la emisión de Títulos, en la Figura 5.48 se emplea el Hash del Certificado de Autorización,



**951c57b71f1b458561cfd4ad893e7469916ef9e3640b8c248128a395d8c3e6b5**, definido en la sección 5.6.3.2, como la Llave Privada de una nueva dirección pública o Wallet, asociada a la Autorización, a la que denominaremos W(U, Cert(U)).

*Figura 5.49: Definición del Wallet correspondiente al Certificado Digital de Autorización, W(U, Cert(U))*

Wallet W(U, Cert(U)), derivada del Hash del Certificado Digital Cert(U) Dirección Pública: <b>1D7JMWdi4i8TZBFQWq3rwBTtaMkYP2mC6R</b> Llave Privada: <b>951c57b71f1b458561cfd4ad893e7469916ef9e3640b8c248128a395d8c3e6b5</b> WIF Key: 5JwxQzpX1nsC8nsXXNZz3EScjedXvFLEmfYAcnAQcfCQ6UtgWoU
---

Fuente: Elaboración Propia

Se define entonces 1D7JMWdi4i8TZBFQWq3rwBTtaMkYP2mC6R como la Wallet derivada del Hash del Certificado de Autorización, o W(U, Cert(U)), como el casillero en el cual se realizarán anotaciones a dicha autorización; en este caso, se podrán registrar el Hash del Certificado Digital de Revocación como una anotación al Certificado de Autorización.

Dado que una transacción sólo puede contener un campo OP\_RETURN, se enviará al mismo la concatenación del tipo de anotación, REVOKE, en formato Hexadecimal y seguido de 0x00 y el Hash del Certificado Digital de Revocación, o CertRevoke(U), es decir:

- “REVOKE” en Hexadecimal:

**5245564f4b45**

- Separador 0x00:

**00**

- Hash de CertRevoke(U):

**0069b11cf3a0c44dadd48d8c6eba66806404caff2f591484e66811f03617110c**

De esta manera, el campo OP\_RETURN a enviar contendrá la secuencia **5245564f4b45000069b11cf3a0c44dadd48d8c6eba66806404caff2f591484e66811f03617110c**

Figura 5.50: Transacción de Revocación: W(U) envía Hash del CertRevoke(U) a W(U, Cert(U))

```
TXID: 83cbc0b33e789440e48ca6f421dda25b1f4e9ac4d1c36640c6fd9aeead9f4bbb
Input: 95a641f006cae09fd2924b1dd0477a8a65ca35c7764c68b0671e2eb16615b2f2:0
Output 0: 1D7JMWdi4i8TZBFQWq3rwBTtaMkYP2mC6R (0.00002500 BTC) “UTXO”
Output 1: 1SUnUr4w6iP23G4v9uiJfAFVZpyTirMme (0.00096000 BTC) “VUELTO”
Output 2: (OP_RETURN: Información Hexadecimal almacenada en la transacción)
5245564f4b45000069b11cf3a0c44dadd48d8c6eba6680640caff2f591484e66811f03617110c
Fee: 0.00001500 BTC
```

Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.51: observamos los datos a incluir en la transacción, que finalmente se constituye como la siguiente secuencia

```
0100000001f2b21566b12e1e67b0684c76c735ca658a7a47d01d4b92d29fe0ca06f041a695000000008a4
730440220148a86a7ac593697168878c26c1bc9991b6f711b3a39dc763fda26a954a7595802206cd4d5c2
e1f171e554641ac3eb9eb47b05d4ee437c92994890eb524ec8ed9ce8014104a7a6c10f28cec728aef3ec7d4
b2c85bb95a8e897aabfd2bd181a67646107695f69c857eb54029aaebf2507b96bc1618532c9c78f5e57e9b
2c5a58029d132bdeafdf03c4090000000000001976a91484d27dc35c90e3d5caaa00d757c2e4bb5ab7
06aa88ac00770100000000001976a91404d19792548886e18f419657acf8d6b505dc8f5588ac00000000
0000000296a275245564f4b45000069b11cf3a0c44dadd48d8c6eba6680640caff2f591484e66811f036
17110c00000000
```

Finalmente, en la Figura 5.52, se podrá apreciar el envío de la Transacción a la Blockchain. Al realizar esta operación, si bien los Certificados de Bob y Alice fueron generados dentro del periodo en el que Cert(U) se encontraba vigente y W(U, Cert(U)) no contenía la anotación de revocación CertRevoke(U).

Cualquier Certificado Digital emitido por W(U), incluso almacenado en la Blockchain, con posterioridad a la Revocación, estaría incluida en un bloque posterior al cual se ha almacenado el Hash del Certificado de Revocación, por lo que se consideraría inválido.

Figura 5.52: Publicación en la Blockchain de la Transacción que contiene CertRevoke(U), enviada por W(S)

**Broadcast Transaction** into the bitcoin network

Enter your hex encoded bitcoin transaction ⚙

```
010000001f2b21566b12e1e67b0684c76c735ca658a7a47d01d4b92d29fe0ca06f041a695000000008a4730440220148a86a7ac593697168878c26c1bc9991b6f711b3a39dc763fd
a26a954a7595802206cd4d5c2e1f171e554641ac3eb9eb47b05d4ee437c92994890eb524ec8ed9ce8014104a7a6c10f28cec728aef3ec7d4b2c85bb95a8e897aabfd2bd181a676461
07695f69c857eb54029aaebf2507b96bc1618532c9c78f5e57e9b2c5a58029d132bdeafdf03c4090000000000001976a91484d27dc35c90e3d5caaa00d757c2e4bb5ab706aa88a
c0077010000000001976a91404d19792548886e18f419657acf8d6b505dc8f5588ac000000000000000296a275245564f4b45000069b11cf3a0c44dadd48d8c6eba66806404caff2
f591484e66811f03617110c00000000
```

TXID: 83cbc0b33e789440e48ca6f421dda25b1f4e9ac4d1c36640c6fd9aeead9f4bbb  
[View on Blockchain](#)

Fuente: Elaboración Propia en <https://coinb.in>

### 5.6.6 Revocación de un Título Digital emitido a un Profesional

En cuanto a la revocación, Blockcerts en su primera versión estableció almacenar la información de esta decisión en la Blockchain; sin embargo, en la versión 2.0, se definió utilizar una lista de certificados revocados mantenida por el propio emisor; sin embargo, ello genera el riesgo de no tener la información de revocación en caso el servicio de CRL (Certificate Revocation List) no se encuentre en línea.

Por ello, como sugieren Vidal, Gouveia y Soares (2020), los modelos propuestos deben ser agnósticos a la Blockchain utilizada, por lo que se considera mantener la idea de Blockcerts 1.0 para el proceso de revocación.

De manera similar a la Revocación de Autorizaciones, enviadas mediante transacciones inscritas en la Blockchain por W(S) a W(U, Cert(U)) conteniendo el campo OP\_RETURN la secuencia compuesta por Hex("REVOKE")+0x00+Hash(CertRevoke(U)), el proceso de revocación de un Título es iniciado por la Universidad según los lineamientos y procedimientos que ella defina, pero que en esencia técnica serán similares a la Revocación de Autorización.

Para ello, el Modelo plantea realizar pasos similares a los establecidos en la sección 5.6.5, basados en el estándar Blockcerts. Por ejemplo, para revocar el Título de Bob, los pasos a seguir serían los siguientes:

- Emitir un Certificado Digital de Revocación de Título, Firmarlo Digitalmente con la llave privada de W(U). El Certificado será representado por CertRevoke(Bob)
- Calcular secuencia a incluir como contenido del campo OP\_RETURN en la transacción de Revocación: Hex("REVOKE")+0x00+Hash(CertRevoke(Bob))
- En la sección 5.6.4.3.1 se definió el Wallet del Certificado del Título Digital como un casillero o tabla detalle al cual enviar información complementaria al Título. En este caso, nos referimos a W(Bob, Cert(Bob)): 19YepEa25PoDtedg7ifDfcnL6fV4UprkCQ
- Generamos una transacción donde el emisor es W(U), el receptor es W(Bob, Cert(Bob)) y OP\_RETURN contiene la secuencia de revocación.

Una vez enviada la transacción a la Blockchain, el Título estará revocado y cualquier verificador podrá identificar dicha revocación, así la haya visto como válida anteriormente, ya que al analizar la validez del Certificado del Título de Bob.

Se considera verificador a una persona que valida la autenticidad de un Título Digital, o a una aplicación de Software, tal como un app o un sistema en línea, que utilice las especificaciones del modelo para validar y verificar los Títulos Digitales basados en Blockchain.

El verificador analizará las transacciones que han sido enviadas a la Wallet W(Bob), encontrará una transacción enviada por W(U) antes de la revocación, por lo que el Certificado Digital, Cert(Bob), cuyo Hash se encuentra en dicho OP\_RETURN, se considera hasta ese momento como válido.

Sin embargo, se plantea que el verificador también revise las transacciones enviadas a W(Bob, Cert(Bob)). Como parte del estándar propuesto por el modelo, el verificador utilizará dicho Wallet para obtener el texto arbitrario como se muestra en la sección 5.6.4.3.1 y también para buscar información complementaria.

Al verificar las transacciones entrantes de W(Bob, Cert(Bob)), se encontrará la transacción enviada por W(U) con la secuencia que inicia con la palabra REVOKE. Ante ello, el verificador deberá concluir que el Título ha sido revocado.

## 6. CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MODELO

El objetivo del presente capítulo es determinar la factibilidad y viabilidad del modelo presentado para la emisión de grados y títulos universitarios utilizando la tecnología Blockchain; así como realizar un análisis de costo fijo, costo variable, análisis del VAN y el TIR.

Para ello, se ha tomado en cuenta la emisión de Títulos Profesionales tanto por las Universidades Públicas como Privadas.

A continuación en la tabla 6.1 se detalla la lista de Universidades públicas de Lima Metropolitana, las cuales se encuentran, licenciadas por la SUNEDU.

*Tabla 6.1: Lista de Universidades públicas*

N°	Nombre de Universidades Públicas
1	Universidad Nacional de Ingeniería
2	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
3	Universidad Nacional Federico Villarreal
4	Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle
5	Universidad Nacional del Callao
6	Universidad Nacional Tecnológica del Sur

Fuente: SUNEDU

A continuación en la tabla 6.2 se detalla la lista de Universidades privadas de Lima Metropolitana, las cuales se encuentran licenciadas por la SUNEDU, según su informe 2019 y su Portal en línea.

*Tabla 6.2: Listado de Universidades Privadas*

N°	Nombre de Universidades Particulares
1	Universidad ESAN
2	Universidad del Pacífico
3	Universidad Peruana Cayetano Heredia
4	Universidad de Lima

5	Pontificia Universidad Católica del Perú
6	Universidad San Ignacio de Loyola
7	Universidad privada del Norte
8	Universidad Tecnológica del Perú
9	Universidad Peruana de Ciencias aplicadas
10	Universidad Autónoma del Perú
11	Universidad Cesar Vallejo
12	Universidad Católica Sede Sapiens
13	Universidad Continental
14	Universidad de Ciencias y Humanidades
15	Universidad Norbert Winer
16	Universidad San Juan Bautista
17	Universidad Femenina del Sagrado Corazón

Fuente: SUNEDU

### **6.1. Costos de procesos actuales en Universidades de Lima Metropolitana**

Los costos de emisión de grados y títulos en Universidades se estiman en base a sus procesos internos los cuales se diferencian en costos fijos y variables, los variables dependen del volumen de diplomas solicitados por los egresados.

#### **6.1.1. Costos fijos:**

En estos costos se incluyen los sueldos de los funcionarios de la oficina de grados y títulos, gastos administrativos y uso de equipos tecnológicos.

A continuación, en la tabla 6.3 se muestra una tabla sobre los ingresos promedios de personal que labora en el departamento de de grados y títulos de Universidades de Lima Metropolitana.

Tabla 6.3: Costos de personal (Expresados en S/.)

Costos de Personal				
Personal	Cantidad	Remuneración Mensual	Costo laboral Mensual	Costo Anual
Jefe de Oficina de Grados y Títulos	1,00	7.000,00	3.500,00	126.000,00
Coordinador Grados y Títulos	1,00	4.500,00	2.250,00	81.000,00
Analista de Calidad	2,00	3.500,00	3.500,00	84.000,00
Practicantes	2,00	930,00	77,50	12.090,00
Asistente de Servicio al Estudiante	1,00	1.500,00	750,00	27.000,00
Archivero	1,00	1.200,00	600,00	21.600,00
Motorizado	1,00	1.000,00	500,00	18.000,00
		19.630,00		369.690,00

Fuente: Elaboración Propia a partir de Portal de Transparencia

A continuación en la tabla 6.4 tomó como referencia el comparativo entre proveedores que brindan el servicio del Blockchain para la emisión de diplomas de grados y títulos.

Tabla 6.4: Comparativo de proveedores

Proveedor	Comparación entre proveedores de Blockchain		
	Notarify	Stampery	Signatura
País	Italia	Estados Unidos	Argentina
Tipo de Blockchain	Pública y privada	Pública	Pública
Tipo de Conexión	API Rest	API BTA	API Rest
Blockchain donde Registra	Bitcoin, Ethereum y EOS	Bitcoin y Ethereum	Bitcoin
Formatos aceptados	Todos los formatos	Todos los formatos	Todos los formatos
Registros en Blockchain por mes	Ilimitado	Hasta 4,000	Hasta 2,000
Firma digital	Ilimitado	Hasta 5 por doc.	Hasta 10 por doc.
Ancho de banda de descarga	100 GB	70 GB	100 GB
Costo mensual (S/)	2.875,00	5.000,00	4.275,00

Fuente: Notarify 2020, Stampery 2020 y Signatura 2020

A continuación en la tabla 6.5 se muestra la tabla de los costos fijos actuales, para la emisión de grados y títulos de Universidades de Lima Metropolitana. Este Estudio considera un horizonte de 6 años a fin de evaluar los beneficios otorgados en dicho periodo.

*Tabla 6.5: Costos fijos (Expresados en S/)*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
<b>Costos Fijos</b>	<b>507.930,00</b>	<b>518.088,60</b>	<b>528.450,37</b>	<b>539.019,38</b>	<b>549.799,77</b>	<b>560.795,76</b>
Remuneración personal Administrativo	369.690,00	377.083,80	384.625,48	392.317,99	400.164,35	408.167,63
Costo del proveedor de los actuales sistemas	60.000,00	61.200,00	62.424,00	63.672,48	64.945,93	66.244,85
Mantenimiento de Oficinas	43.200,00	44.064,00	44.945,28	45.844,19	46.761,07	47.696,29
Equipos Móviles	7.200,00	7.344,00	7.490,88	7.640,70	7.793,51	7.949,38
Equipos de Computo	8.400,00	8.568,00	8.739,36	8.914,15	9.092,43	9.274,28
Alquiler de impresora de Diplomas A3	19.440,00	19.828,80	20.225,38	20.629,88	21.042,48	21.463,33

*Fuente: Elaboración Propia*

Los datos tomados para el cálculo son costos fijos referenciales, a la realidad de las Universidades de Lima Metropolitana.

### **6.1.2. Costos variables**

Los costos variables se consideran en función al volumen de impresiones de diplomas y los costos afectos a estos. Se ha tomado como referencia el volumen de expedientes y diplomas emitidos en un año académico normal.

*Tabla 6.6: Costos variables (Expresados en S/)*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
<b>Costos Variable</b>	<b>55.669,00</b>	<b>57.399,63</b>	<b>59.195,74</b>	<b>61.060,17</b>	<b>62.995,92</b>	<b>65.006,10</b>
Economato	11.400,00	11.628,00	11.860,56	12.097,77	12.339,73	12.586,52
Papel de seguridad para diplomas	20.575,00	21.603,75	22.683,94	23.818,13	25.009,04	26.259,49
Toner	8.064,00	8.225,28	8.389,79	8.557,58	8.728,73	8.903,31
Luz	7.230,00	7.374,60	7.522,09	7.672,53	7.825,98	7.982,50
Agua	8.400,00	8.568,00	8.739,36	8.914,15	9.092,43	9.274,28

*Fuente: Elaboración Propia*



## 6.2. Ahorro en costos

Se ha realizado el análisis de la viabilidad de la inversión utilizando la tecnología Blockchain en la emisión de grados y títulos. Para el cálculo de la inversión se ha tomado en cuenta los costos actuales, los costos una vez implementado la Blockchain, y también la inversión para su implementación.

Los costos de la siguiente tabla 6.7 se encuentran en moneda nacional y expresan los costos actuales de emisión de diplomas.

*Tabla 6.7: Costos actuales de emisión de diplomas (Expresados en S/)*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
<b>Costos Fijos</b>	<b>507.930,00</b>	<b>518.088,60</b>	<b>528.450,37</b>	<b>539.019,38</b>	<b>549.799,77</b>	<b>560.795,76</b>
Remuneración personal Administrativo	369.690,00	377.083,80	384.625,48	392.317,99	400.164,35	408.167,63
Costo del proveedor de los actuales sistemas	60.000,00	61.200,00	62.424,00	63.672,48	64.945,93	66.244,85
Mantenimiento de Oficinas	43.200,00	44.064,00	44.945,28	45.844,19	46.761,07	47.696,29
Equipos Móviles	7.200,00	7.344,00	7.490,88	7.640,70	7.793,51	7.949,38
Equipos de Computo	8.400,00	8.568,00	8.739,36	8.914,15	9.092,43	9.274,28
Alquiler de impresora de Diplomas A3	19.440,00	19.828,80	20.225,38	20.629,88	21.042,48	21.463,33
<b>Costos Variable</b>	<b>55.669,00</b>	<b>57.399,63</b>	<b>59.195,74</b>	<b>61.060,17</b>	<b>62.995,92</b>	<b>65.006,10</b>
Economato	11.400,00	11.628,00	11.860,56	12.097,77	12.339,73	12.586,52
Papel de seguridad para diplomas	20.575,00	21.603,75	22.683,94	23.818,13	25.009,04	26.259,49
Toner	8.064,00	8.225,28	8.389,79	8.557,58	8.728,73	8.903,31
Luz	7.230,00	7.374,60	7.522,09	7.672,53	7.825,98	7.982,50
Agua	8.400,00	8.568,00	8.739,36	8.914,15	9.092,43	9.274,28
	<b>563.599,00</b>	<b>575.488,23</b>	<b>587.646,11</b>	<b>600.079,55</b>	<b>612.795,68</b>	<b>625.801,87</b>
Numero de Diplomas anuales	4.115,00	4.321	4.537	4.764	5.002	5.252
Costo Unitario	136,96	133,19	129,53	125,97	122,51	119,16

*Fuente: Elaboración Propia*

Se puede visualizar en la tabla 6.7, que los costos unitarios por la emisión de diplomas en la actualidad. Asimismo, se estiman como cantidad promedio inicial 4115 diplomas anuales en función a la Memoria Anual 2019 de la SUNEDU, donde indica que durante dicho año, “se

realizaron 358,112 inscripciones de Grados y Títulos”. Al existir 87 Universidades con Licencia vigente a Nivel Nacional, redondeamos a 4,115 Diplomas en promedio.

A continuación, se muestran en la Tabla 6.8 los costos una vez implementada el Modelo de Emisión de Títulos usando Tecnología Blockchain para la emisión de Títulos Profesionales.

*Tabla 6.8: Costos proyectados luego de implementar la Tecnología Blockchain*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
<b>Costos por emisión de diplomas digitales - Blockchain</b>						
<b>Costos Fijos</b>	<b>370.800,00</b>	<b>378.216,00</b>	<b>385.780,32</b>	<b>393.495,93</b>	<b>401.365,84</b>	<b>409.393,16</b>
Remuneración personal Administrativo	276.000,00	281.520,00	287.150,40	292.893,41	298.751,28	304.726,30
Proveedor del Blockchain	36.000,00	36.720,00	37.454,40	38.203,49	38.967,56	39.746,91
Mantenimiento de Oficinas	43.200,00	44.064,00	44.945,28	45.844,19	46.761,07	47.696,29
Equipos Móviles	7.200,00	7.344,00	7.490,88	7.640,70	7.793,51	7.949,38
Equipos de Computo	8.400,00	8.568,00	8.739,36	8.914,15	9.092,43	9.274,28
Alquiler de impresora de Diplomas A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Costo Variable</b>	<b>26.460,00</b>	<b>26.989,20</b>	<b>27.528,98</b>	<b>28.079,56</b>	<b>28.641,15</b>	<b>29.213,98</b>
Economato	10.830,00	11.046,60	11.267,53	11.492,88	11.722,74	11.957,20
Papel de seguridad para diplomas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toner	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Luz	7.230,00	7.374,60	7.522,09	7.672,53	7.825,98	7.982,50
Agua	8.400,00	8.568,00	8.739,36	8.914,15	9.092,43	9.274,28
	<b>397.260,00</b>	<b>405.205,20</b>	<b>413.309,30</b>	<b>421.575,49</b>	<b>430.007,00</b>	<b>438.607,14</b>
Numero de Diplomas anuales	4.115,00	4.320,75	4.536,79	4.763,63	5.001,81	5.251,90
Costo Unitario	96,54	93,78	91,10	88,50	85,97	83,51

*Fuente: Elaboración Propia*

Con la implementación del Blockchain, se aprecia que el costo unitario para la emisión de diploma se reduce. Adicional a ello, la emisión de diploma utilizando la tecnología Blockchain tiene mayor seguridad ante posibles fraudes, lo cual no ha sido monetizado en la Propuesta.

En la Tabla 6.9 se muestra el ahorro que se obtuvo de la diferencia costos entre los procesos actuales y la posible implementación de Blockchain.

Tabla 6.9: Ahorro con la implementación del Blockchain (Expresado en S/)

Ahorro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Costo Fijo	137.130,00	139.872,60	142.670,05	145.523,45	148.433,92	151.402,60
Costo Variable	48.469,00	50.055,63	51.704,86	53.419,47	55.202,40	57.056,72
<b>Total</b>	<b>137.130,00</b>	<b>139.872,60</b>	<b>142.670,05</b>	<b>145.523,45</b>	<b>148.433,92</b>	<b>151.402,60</b>
Porcentaje	24,33%	24,31%	24,28%	24,25%	24,22%	24,19%

Fuente: Elaboración Propia

Se observa un ahorro anual significativo en promedio el 24% anual al implementar la tecnología Blockchain en la emisión de diplomas digitales.

A continuación, se detallan los componentes y el cálculo del monto para la inversión requerida en la Tabla 6.10

Tabla 6.10: Cálculo de la Inversión en tecnología Blockchain (Expresada en S/)

INVERSIÓN INICIAL	
Consultoría	18.000,00
Pruebas	12.000,00
Implementación	28.590,00
	58.590,00

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la inversión en Blockchain se ha tomado como referencia los costos que en promedio cobran las empresas de tecnologías de información en la actualidad. Una vez obtenida la Inversión Inicial y los ahorros proyectados de costos, en la Figura 6.11 se detalla el flujo de caja proyectado.

Tabla 6.11: Flujo de caja (Expresado en S/)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Flujo de Caja	-58.590,00	137.130,00	139.872,60	142.670,05	145.523,45	148.433,92	151.402,60

Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de calcular una Tasa de Descuento representativa que asegure un cálculo adecuado del Valor Actual Neto de la Inversión (en términos de Ahorro) al implementar el modelo, se ha tomado como referencia el promedio de las tasas de rendimiento de 03 universidades

privadas del Peru, cuyo promedio es calculado en 24.07%. Con estos datos, a continuación se muestra el cálculo del VAN y el TIR en la Tabla N° 6.12

*Tabla 6.12: Cálculo del VAN y TIR*

ROE promedio como Tasa de Descuento	24,07%
<b>VAN Mínimo Esperado (6 años)</b>	<b>370.915</b>
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>236%</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

Se muestra un VAN positivo, y superior al ROE promedio de los 3 rendimientos más altos de las Universidades en Lima Metropolitana, lo cual indica la viabilidad del proyecto, con lo cual se recomienda que las Universidades de Lima Metropolitana implementen la tecnología Blockchain en sus procesos de emisión de diplomas.

## 7. CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones del estudio de tesis

- Según los resultados de la investigación, se identificaron los componentes que permitieron diseñar un modelo de implementación del proceso de emisión de Grados y Títulos digitales utilizando la tecnología Blockchain en las Universidades de Lima Metropolitana.
- Dada la responsabilidad de la Universidad en brindar confianza a la Sociedad, y la coyuntura de la actual pandemia de Covid-19, que obliga a digitalizar los procesos basados en papel a mecanismos electrónicos, se identifica el problema de emisión y validación de Títulos y Grados Universitarios como de urgente solución.
- Se hallaron los principales indicadores de control para la ejecución del modelo, incluyendo un Tablero de Control para el Monitoreo de los mismos antes, durante y después de la realización de un Proyecto de Implementación, con los cuales se pueda validar las mejoras propuestas por el Modelo en los procesos de emisión y validación.
- Sobre la base de la exploración de antecedentes y casos de uso en el mundo, así como de la revisión de la literatura relacionada con el tema tratado, y tomando como base el proceso actual establecido por la normativa peruana, se encontró que el mecanismo aplicable con mayor consolidación, documentación y casos de uso exitosos es la implementación del estándar OpenCerts diseñado por el MIT a través del proyecto BlockCerts.
- Se proponen herramientas que permitan analizar la viabilidad de la tecnología con un análisis situacional llevado en casa caso, lo que permitirá establecer sinergia en el ámbito operativo, de capacidad organizacional, técnica, legal, ambiental y económica. Se tiene apertura de las Universidad y SUNEDU para implementar la tecnología en sus procesos, debido a los atributos (seguridad, valor probatorio, aceptabilidad, rapidez y costos) que beneficiarán a las instituciones y a la Sociedad en general a un mediano y largo plazo.

- Se identificó como uno de los principales Factores Crítico de Éxito para la implementación de la tecnología, que se involucre en este proceso a las Universidades peruanas y a la SUNEDU como entidades participantes.
- Se ha observado que esta tecnología posee altos estándares de seguridad; y al utilizarla en este proceso, se observa que la prueba de existencia de todo Certificado Digital inscrito permanecerá en la cadena de bloques de forma permanente e inalterable, sin posibilidad de ser eliminado, y con la opción de revocar un Título en caso sea necesario (error material, mala praxis, entre otros), con lo que en cualquier momento su validez y/o eventual revocación podrán ser demostradas sin lugar a dudas.
- De la revisión de los procesos basados en tecnología Blockchain que se emplean a nivel mundial en diferentes Universidades, pudimos corroborar que el Perú se encuentra en una fase inicial, siendo la ausencia de normativa la principal limitación y bloqueante que dificulta la implementación de esta tecnología, por lo que se proponen soluciones administrativas y normativas que ayudarán a resolver dicha limitación. Si bien es cierto existen pocas entidades que están comenzando a implementar la tecnología en sus procesos, el potencial que tiene en el sector educación es muy relevante, ya que puede solucionar la gran mayoría de problemas presentados con los diferentes interesados. Existe una ventaja competitiva respecto a otras Universidades, que todavía no han implementado la tecnología en sus procesos, lo que les permitiría ser pioneros en desarrollar e implementar la tecnología en sus procesos, desarrollando un cimiento sólido y confiable en la emisión de sus grados y títulos.
- Se ha hallado que es de alta importancia la coordinación estratégica entre las Universidades y la SUNEDU para asegurar el correcto funcionamiento de la tecnología en sus procesos. Esto no significa que los requisitos actualmente existentes se tengan que eliminar, sino que se conviertan más seguros y verificables por todas las partes

interesadas, ofreciendo diferentes beneficios y buscando la diferenciación en reducción de costos y experiencia al usuario.

- El análisis de los diferentes procesos empleados por las Universidades y SUNEDU, así como la revisión de las diferentes fuentes de información, entrevistas a las partes interesadas y benchmarking a nivel mundial, revela que los diferentes atributos que ofrece la tecnología Blockchain permitirán redefinir los procesos actuales de emisión, presentación y validación de Grados Académicos y Títulos Profesionales, haciéndolos inmutables, no repudiables y reduciendo los costos asociados significativamente.
- Se ha desarrollado esta investigación de forma alineada a la legislación peruana, cumpliendo con todos los parámetros y estándares para su utilización. En la actualidad, el Estado viene promoviendo el uso de diferentes tecnologías, adaptando el marco regulatorio actual para que no represente una limitación en el desarrollo de nuevas oportunidades.
- Según los resultados obtenidos en el proceso analítico jerárquico, se encuentra que al emplear la tecnología Blockchain en los procesos de Universidades o SUNEDU, y teniendo como buenas prácticas los estándares de clase mundial, las partes interesadas tienen acceso a diversos beneficios, mejorando el rendimiento y reduciendo significativamente el costo y tiempo en reprocesos por errores humanos involuntarios.
- El Modelo planteado se beneficia de las características intrínsecas de la Tecnología Blockchain, lo que permite entregar a las Universidades la ejecución de un proceso de emisión de Diplomas Digitales de Grados y Títulos de forma segura, transparente y confiable, lo que derivará en la sostenibilidad de la solución.

## 7.2. Recomendaciones

- A Partir de los resultados vistos con la implementación del Blockchain para la emisión de grados y títulos, también se puede considerar su aplicación en diferentes rubros para mejorar sus procesos internos y aumentar la satisfacción de sus clientes.
- La Asociación de Universidades del Perú (ASUP), representante de las Universidades ante el Estado, deberá fomentar el uso de nuevas tecnologías como parte de una revolución digital alineada a la normativa peruana, promoviendo la coordinación interuniversitaria y evaluando la factibilidad de realizar una propuesta integral.
- La aplicación de la tecnología Blockchain nos permite tener múltiples beneficios para las instituciones universitarias, no solo en la emisión de grados y títulos, sino que ésta podría implementarse en otros procesos internos que ayuden a mejorar la experiencia del cliente, llegando a omitir ciertos pasos innecesarios y costos adicionales.
- La SUNEDU, al ser la entidad que supervisa a las Universidades debería evaluar establecer normativas legales que permitan la aplicación del Blockchain en la emisión de grados y títulos, alineado a la transformación digital que se está fomentando en el país.
- Para continuar reduciendo los errores involuntarios y facilitando el proceso de emisión, se deberá evaluar plantear una alianza estratégica con RENIEC, la cual permitirá tener los registros actualizados de todas las personas. El objetivo sería establecer un sistema único en cual se tenga trazabilidad total integrando los diferentes sistemas y plataformas del Estado, buscando sinergias y mejorar los flujos de información.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

Abramovich, S., Schunn, C., & Higashi, R. M. (2013). Are **badges** useful in education? It depends upon the type of badge and expertise of learner. *Educational Technology Research and Development*, 61(2), 217-232.

Al Mamun, A., Maksudul Alam, S. M., Hossain, S., y Samiruzzaman M. (2020). Department of CSE, Bangladesh University of Engineering and Technology, Dhaka, Bangladesh

Asharaf, S. y Adarsh, S. (2017). Computación descentralizada usando Blockchain Tecnologías y contratos inteligentes: investigación y oportunidades emergentes. IGIGlobal .Disponible en: <https://books.google.fi/books?id=rYMJDgAAQBAJ>

Attewell, P., Domina, T. (enero de 2011). Impostores educativos y títulos falsos, *Investigación en estratificación social y movilidad*, volumen 29, número 1, 2011, páginas 57-69, ISSN 0276-5624. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rssm.2010.12.004>

Bartolomé, A., Lindín, C. & Rivera-Vargas, P. (2018). Gestión de programas de aprendizaje personalizado mediante cadenas de bloques. En A. Bartolomé y J.M. Moral-Ferrer: *Blockchain en Educación. Cadenas rompiendo moldes*, pp. 141-182. Barcelona: LMI. Colección Transmedia XXI.

Carlos Fernandez Collado (2014). *Metodología de la Investigación* - Mc Graw Hill Education

Chen, G., Xu, B., Lu, M., and Chen N. S. (2018). Exploring Blockchain technology and its potential applications for education. Smart Learning Environments.

Chopra, K., Gupta, K. y Lambora, A. (2019) Proof of Existence Using Blockchain. 2019 International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COMITCon), Faridabad, India, 2019, pp. 429-431, doi: 10.1109/COMITCon.2019.8862441.

Christidis, K. & Devetsikiotis, M. Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things, IEEE Access, pp. 2292-2303, May 2016.

Deloitte UK (2016). Blockchain: Democratised Trust. Disponible en: <http://www.mondaq.com/uk/x/506472/fin+tech/Blockchain+Democratised+Trust>

Dolader, C., Bel, J. y Muñoz, J. (2017). La Blockchain: Fundamentos, Aplicaciones y Relación Con Otras Tecnologías Disruptivas. Universitat Politècnica de Catalunya

European Commission (2016). eGovernment Benchmark 2016. A turning point for eGovernment development in Europe? Study carried out for the European Commission by Capgemini, IDC, Sogeti, and Politecnico di Milano.

Gibson, D., Ostashewski, N., Flintoff, K., Grant, S., & Knight, E. (2015). Digital badges in education. Education and Information Technologies, 20(2), 403-410.

Hall, M. (2016). The Blockchain revolution: will universities use it, or abuse it?. Disponible en: <https://www.timeshighereducation.com/blog/Blockchain-revolution-will-universities-use-it-or-abuse-it>

Koulaidis, V. (2018). La tecnología Blockchain como herramienta pedagógica. En A. Bartolomé & J.M. Moral-Ferrer: Blockchain en Educación. Cadenas rompiendo moldes, pp. 81-86. Barcelona: LMI. Colección Transmedia XXI.

Mladenov, V., Mainka, C., zu Sel-hausen, K., Grothe, M., Schwenk, J. (2018). Attacks bypassing the signature validation in PDF. Chair for Network and Data Security.

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.

Naval, C. y Ruiz-Corbella, M. (2012). Aproximación a la Responsabilidad Social Universitaria: La Respuesta de la Universidad a la Sociedad. Bordón 64 (3), 2012, 103-115

Piscini, E. (Deloitte U.S.), Dalton, D. (Deloitte Irlanda) y Kehoe L. (Deloitte Irlanda). (2018) Panorama de Blockchain & Ciberseguridad

Poder Legislativo Congreso de la República (2014). Ley Universitaria N° 30220 y sus modificaciones.

Saaty, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill.

Schmidt, J.P. (2017). Credentials, Reputation, and the Blockchain. Disponible en: <http://er.educause.edu/articles/2017/4/credentials-reputation-and-the-Blockchain>

Seibold, S., Samman, G. (2016). Consensus – Immutable agreement for the Internet of value. KPMG

Shrier, D., Wu, W., Pentland, A. (2016). MIT. Blockchain & Infrastructure (Identity, Data Security). Disponible en: [https://cdn.www.getsmarter.com/career-advice/wp-content/uploads/2016/12/mit\\_Blockchain\\_and\\_infrastructure\\_report.pdf](https://cdn.www.getsmarter.com/career-advice/wp-content/uploads/2016/12/mit_Blockchain_and_infrastructure_report.pdf)

Signe, S.A., Documento Validación de eTítulo, SIGNE\_VET. Ver. 1.0 Fecha de aplicación 29/01/2014

Tapscott, D. and Tapscott, A. (2017a). The Blockchain Revolution and Higher Education. Disponible en: <http://er.educause.edu/articles/2017/3/the-Blockchain-revolution-and-higher-education>

Huynh, T. T., Huynh, T. Tru, Pham, D. K. y Khoa Ngo, A. (2018). Issuing and Verifying Digital Certificates with Blockchain. International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC), Ho Chi Minh City, 2018, pp. 332-336, doi: 10.1109/ATC.2018.8587428.

Vian, K. (2016). Own Your Achievements: Three Ways Blockchain Tech is Disrupting Education. Disponible en: <https://Blockchainfutureslab.wordpress.com/2016/03/16/own-your-achievements-three-ways-Blockchain-tech-is-disrupting-education>

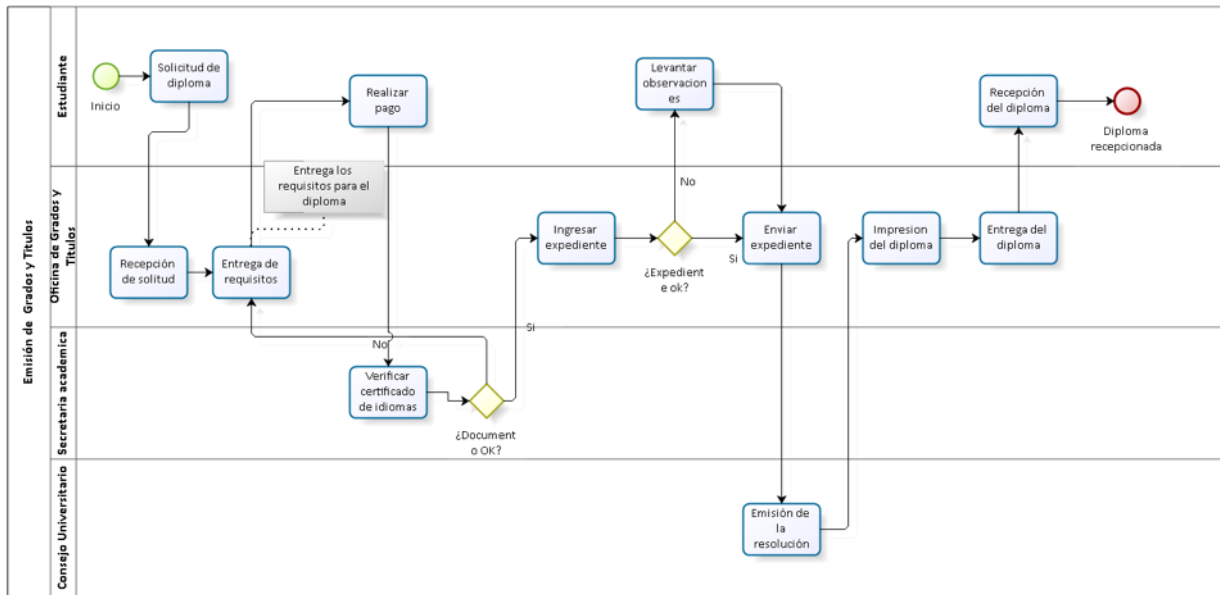
Vidal, F., Gouveia y Soares C. (2020). "Revocation Mechanisms for Academic Certificates Stored on a Blockchain," 2020 15th Iberian Conference on Information Systems

and Technologies (CISTI), Sevilla, Spain, 2020, pp. 1-6, doi:  
10.23919/CISTI49556.2020.9141088.

W3C, World Wide Web Consortium (2019). Verifiable Credentials Data Model 1.0. W3C  
Recommendation 19 November 2019. Disponible en <https://www.w3.org/TR/vc-data-model/>

## 9. ANEXOS

Figura 9.1: Anexo N° 1: Flujograma Grados y títulos de Universidades



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo N° 2: Entrevista a un representante de la SUNEDU

- NOMBRE Y APELLIDO: Diana Cano Alva
- CARGO: Coordinadora de Grados y títulos
- ORGANIZACIÓN: SUNEDU
- Fecha: 31/10/2020

### 1. ¿Cuántas diplomas se registran aproximadamente por mes?

Por mes, se registran aproximadamente 27 000 grados y títulos nacionales y aproximadamente 500 grados y títulos extranjeros; por lo tanto, siempre es conveniente evaluar herramientas que nos permitan reducir los errores al máximo.

### 2. ¿Qué sistema utilizan para registrar los diplomas nacionales?

El sistema llamado "Sistema de Administración Documentaria - SISAD" para recibir cada expediente (en el que se presentan las solicitudes de inscripción de grados y títulos cumpliendo los requisitos de los artículos 11 y 12 del Reglamento Nacional de Registro de Grados y Títulos) y luego un sistema interno denominado "Sistema de Grados y Títulos" donde podemos revisar los registros efectuados (nombre de la universidad, del titular del diploma, del programa cursado, fecha de matrícula y egreso, fecha de registro, entre otros datos).

### 3. ¿Cómo se registran los diplomas extranjeros?

En el caso de los registros extranjeros, se utiliza igualmente el SISAD para el ingreso de expedientes, para el manejo de base de datos se maneja el SEGTE.

### 4. ¿Ha habido errores en el registro de diplomas?

Si se podría presentar algún error involuntario en el registro, tanto de parte de la universidad al remitirnos información errada como de parte de la institución, por ejemplo al consignarse mal los datos del programa, tenemos en el Reglamento Nacional de Grados y Títulos una Figura denominada "corrección de registro" que permite, mediante un procedimiento, rectificar y actualizar los datos del registro. Además, si los datos están en el

nombre o dni del titular del diploma, el trámite lo puede hacer esta persona directamente sin recurrir a la universidad, de manera on line, y se corrige el mismo día (es decir, es más rápido).

Por otro lado, puede que el registro se haya realizado adecuadamente, pero de forma posterior la misma universidad o el Poder Judicial anulan el grado o título otorgado por alguna causal (fraude del autor, plagio, incumplimiento de algún requisito como el idioma, certificado de prácticas falso, etc) y, en ese caso, la universidad o el poder judicial informan a la Sunedu para que actualice la base de datos del registro, mediante la cancelación de la inscripción de dicho grado o título. Lo que implica una nueva rectificación del registro, mediante la figura de la cancelación.

Finalmente, en la Unidad de Registro de Grados y Títulos, para el caso de registros nacionales, se cuenta con tres tipos de registro:

Registro de Grados y Títulos (en el que igualmente se albergan los grados y títulos extranjeros, pero mediante otro procedimiento iniciado por el titular del diploma).

Registro de Datos de Autoridades

Registro de Trabajos de investigación o tesis - RENATI

##### 5. ¿Como es la inscripción de un diploma?

Para la inscripción de un grado o título nacional, el evaluador verifica los otros dos registros, a fin de proceder con la inscripción. Por ejemplo, verifica que las autoridades que firmaron los diplomas estén inscritas en el Registro de Datos de Autoridades y verifica que la tesis o trabajo de investigación desarrollado para la obtención de un grado o título se encuentre en el repositorio de la universidad y en RENATI.



### Anexo N°3: Entrevista a Responsables de Grados y Títulos

- NOMBRE Y APELLIDO: Jesus Castañeda
- CARGO: Jefe de Grados y Títulos
- ORGANIZACIÓN: Universidad Tecnológica de los Andes
- Fecha: 06/10/2020

1. ¿Cómo es el proceso actual para la emisión de grados y títulos en la Universidad?

Se encuentra en el flujo detallado del Anexo N° 1.

2. ¿En sus procesos actuales ha tenido problemas como pérdida de información, errores de registro, duplicado de información, etc?

Si no se cuenta con la información de la RENIEC en línea, hay dificultades en la emisión e impresión de diplomas con los datos precisos, cambios y rectificaciones, en los nombres y/o apellidos que se quieran utilizar.

3. ¿Cuál es el volumen en promedio de emisión de grados y títulos mensuales que emite la Universidad y gastos administrativos asociados?

- Antes de la Pandemia, la emisión de diplomas estaba en un promedio de 200 a 300 mensuales, promedio.
- Actualmente no se puede precisar porque estamos a la espera del ingreso de trámites, pero definitivamente habría un incremento del 50%.
- Aproximadamente el costo estaría en S/.100 soles por expediente.

4. ¿Considera usted importante contar con una tecnología que pueda digitalizar, y brinde mayor seguridad de información a los diplomas de grados y títulos, y este se encuentre afiliada con entidades públicas y privadas?

- Definitivamente ayudaría muchísimo en la desburocratización y entrampamiento de muchos procesos afines.

5. ¿Qué tan interesado estaría en implantar una tecnología disruptiva como blockchain en el proceso de emisión de grados y títulos?

- Muy Interesado, sin embargo hay decisiones que pasarían por una evaluación técnica y económica de los responsables directos de las adquisiciones.

6. ¿Considera que este tipo de solución tecnológica como el blockchain generará un cambio positivo en el proceso de emisión de grados y títulos?

Definitivamente que sí, por ser una tecnología disruptiva muy confiable por su seguridad e inmutabilidad.

#### Anexo N°4: Entrevista a Responsables de Grados y Títulos

- NOMBRE Y APELLIDO: Patricia Reveggino
- CARGO: Jefe de Admisión y Registros
- ORGANIZACIÓN: Universidad ESAN

1. ¿Cómo es el proceso actual para la emisión de grados y títulos en la Universidad?

La emisión de grados y títulos, se realiza mediante la firma digital a partir de una campaña que se realizó de cero papel.

Lo hemos realizado mediante el proceso mediante la empresa CANVIA, quienes se encargan de realizar el traslado vía correo electrónico al alumno.

2. ¿En sus procesos actuales ha tenido problemas como pérdida de información, errores de registro, duplicado de información, etc?

Hemos realizado grandes avances al momento de migrar nuestra emisión de grados y títulos mediante la firma digital que contempla los requisitos exigidos por SUNEDU.

3. ¿Qué tecnología están usando para la emisión de diplomas?

La tecnología usada para la emisión de grados y títulos fue desarrollada con un partner, quienes se encargan de enviar al estudiante su diploma.

Nosotros como institución nos encargamos de mantener la base de datos actualizada y que cumpla con los requisitos exigidos por la SUNEDU.

4. ¿Considera usted importante contar con una tecnología que pueda digitalizar, y brinde mayor seguridad de información a los diplomas de grados y títulos, y este se encuentre afiliada con entidades públicas y privadas?
- Por supuesto que sí aunque nosotros ya hemos implementando la firma digital, el cual nos ha brindado resultados satisfactorios, hemos logrado reducir costos cómo comprar papel, alquiler de impresoras, tener la información en línea.
5. ¿Qué tan interesado estaría en implantar una tecnología disruptiva como blockchain en el proceso de emisión de grados y títulos?
- Por un tema de seguridad informática sería bueno implementar el blockchain ya que ayuda a tener mejor respaldo de los diplomas emitidos, también con ello se minimiza el fraude.
6. ¿Considera que este tipo de solución tecnológica como el blockchain generará un cambio positivo en el proceso de emisión de grados y títulos?

Por su puesto, da mayor fiabilidad del diplomado emitido tanto al egresado, la institución, SUNEDU y las empresas, adicional a ello generaría dentro de la universidad un cambio positivo ya que generaría reducción de costos, procesos más ágiles y la trazabilidad en la emisión del diploma.

## Anexo N°5: Entrevista a la Empresa Stampiing.io

- NOMBRE Y APELLIDO: Jose Zarate
- CARGO: Consultor
- ORGANIZACIÓN: Stamping.io

### 1. ¿Qué es lo que hace la billetera digital?

La aplicación genera una identidad digital descentralizada-DID, la diferencia con la RENIEC es que la RENIEC da una identidad centralizada, usando la característica de los datos personales, y mediante números correlativos.

Te genera un número y se asocia a rasgo de la persona mediante un modelo de confianza.

### 2. ¿Cuál es el modelo de confianza?

Es simplemente mostrar una credencial digital, que se puede verificar la autenticidad del registro de una persona o una institución y el cual puede estar conectado con la RENIEC.

### 3. ¿Como funcionaria el blockchain en una universidad?

Funcionaria como una billetera digital, el aplicativo de la universidad genera un número correlativo, el cual es validado con la información de la RENIEC, y se ingresan los datos del diploma a emitirse.

### 4. ¿Cual es la diferencia respecto al documento impreso?

La principal diferencia con el documento impreso es la validación, ya que para validar el documento impreso se tiene que ingresar a la SUNEDU y solo aplica para grados académicos, en caso de diplomas, especializaciones y cursos la forma de validarlo es llamando a la institución educativa donde fue emitida.

En caso de la emisión del diploma mediante el blockchain nos a mayor seguridad en la información y su validez del diploma es más rápido de verificarlo.

5. ¿Una vez validado el título, cómo se podría identificar que quien lo presenta es realmente la persona que hace referencia al título y evitar la suplantación?

Para ello se ha creado el concepto y la tecnología de Identidad Digital. En Stamping hemos desarrollado por ejemplo el concepto de Estampilonia, un “país virtual” donde cada ciudadano emite su propio registro, el cual es validado por la RENIEC. A partir de este registro, el ciudadano puede generar múltiples “sub-identidades”, y podría asociar como titular del Diploma Electrónico a una sub-identidad de carácter profesional, compartiendo solo los datos personales que estime relevantes y demostrando su identidad al mismo tiempo que su grado o título académico, puesto que cuentan con la firma digital emitida tanto por RENIEC como por la Universidad Emisora.

## Anexo N°6: Entrevista a la Empresa Stampiing.io

- NOMBRE Y APELLIDO: Carina Estrada Villegas
- CARGO: Especialista en Blockchain e Identidad Digital
- ORGANIZACIÓN: Innóvate Ahora

### 1. ¿Qué experiencia nos puede compartir de su trabajo con la tecnología Blockchain?

He sido asesora en diversos rubros, en los que he visto como el uso de la tecnología Blockchain permite a todas las instituciones, sean públicas o privadas a tener un mecanismo de confianza para asegurar que se cumplan con lo que está establecido en las normas, planes de mantenimiento, auditorías, seguimiento de errores, etc. a través de la verificación de que la información no ha sido adulterada y que la aplicación de contratos se haya ejecutado realmente mediante contratos inteligentes conocidos también como Smart Contracts.

### 2. ¿Ha participado en Proyectos de Emisión de Documentos validados de forma electrónica?

Sí, estuve en la empresa Thomas Signe donde pude participar en diversos proyectos de forma exitosa. Muchos de ellos, utilizan tanto firma digital como firma electrónica.

### 3. ¿En qué instituciones ha realizado proyectos de Gestión de Títulos Profesionales con Firma Digital o Blockchain?

En la Universidad Cayetano Heredia y en una unidad de Tecnología de la Universidad de Ingeniería. Ambos casos son los únicos vigentes en el país con pruebas exitosas de registro de los diplomas en Blockchain.

### 4. ¿En qué otras entidades ha visto proyectos relacionados con Blockchain o Firma Digital?

En la Universidad de Colombia donde los títulos se generan en formato 100% electrónico, incluyendo las firmas digitales que autentican su veracidad.