Blockchain e Inteligencia Artificial en la titulación del personal embarcado de la Marina Mercante Argentina

Facundo Esteban PALERMO, *Licenciatura en Informática, legajo 0112674*

***Abstract*—El siguiente trabajo de investigación se enfoca en abordar como las tecnologías de blockchain y de inteligencia artificial, se pueden utilizar para ser un gobierno electrónico más eficiente, seguro y transparente en los procesos de la Formación, Capacitación y Titulación del personal embarcado de la Marina Mercante, donde el Estado Nacional en el cumplimiento de la normativa nacional e internacional, debe garantizar la trazabilidad y la prevención del fraude, a la vez que simplifica al ciudadano, los proceso para alcanzar la titulación a la cual aspira.**

***Index Terms*—Blockchain, Chatbot, Gobierno electrónico, IMO, Machine Learning, Marina Mercante, NPL, OMI, Procesamiento de lenguaje natural, REFOCAPEMM, Redes convolucionales, STCW**

NOMENCLATURAS

AI - Artificial Intelligence (Inteligencia Artificial)
AIS - Automatic Identification System (sistemas de identificación automática)
Armada Argentina - Fuerza naval de Argentina
Automatización - Uso de tecnologías para realizar tareas sin intervención humana
Blockchain - Tecnología de cadena de bloques
Certificados de suficiencia - Documentos que validan competencias específicas
ENACOM - Ente Nacional de Comunicaciones
Gobierno electrónico - Administración pública digital
IMO - International Maritime Organization
Inmutabilidad - Característica de algo que no puede ser alterado
Lloyd's Register Foundation - Fundación para la seguridad y educación en la industria marítima
Machine Learning - Aprendizaje automatizado
Maritime Blockchain Labs - Laboratorio de blockchain especializado en la industria marítima
NLP - Natural Language Processing (Procesamiento del Lenguaje Natural)
OMI - Organización Marítima Internacional
Prefectura Naval Argentina - Autoridad marítima en Argentina
REFOCAPEMM - Reglamento de Formación y Capacitación del Personal Embarcado de la Marina Mercante
STCW - Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers
Títulos de competencia - Diplomas académicos que acreditan la aptitud profesional
Transparencia - Calidad de ser claro y comprensible

I. INTRODUCCIÓN

Los intereses marítimos de la República Argentina están directamente relacionados con su capacidad económica y de comunicación, tanto marítima como de aguas internas , que incluyen puertos, ríos y lagos. La protección de sus riquezas, las mercaderías, el medio marítimo y la vida humana se sitúan como mandatos fundamentales para el Estado Nacional y su soberanía, en todas aquellas cuestiones relativas a su seguridad y desarrollo [1]

El Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la gente de mar (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers – STCW) de la International Maritime Organization (IMO, OMI), es el primer convenio en establecer prescripciones relativas a la formación, titulación y guardia para la gente de mar a nivel internacional. [2] La República Argentina ha ratificado y aprobado dicho convenio mediante la Ley 22.608 del 22 de junio de 1982. [3]

Además, el Reglamento de Formación y Capacitación del Personal Embarcado de la Marina Mercante (REFOCAPEMM), aprobado por Decreto N° 572 del 20 de abril de 1994, establece los requisitos de carrera para obtener diversas titulaciones en cabotaje nacional, pesca y navegación de ultramar [4]. Estas regulaciones, junto con la Ley 22.392 [5], conforman el marco del sistema de formación, capacitación y titulación del personal embarcado de la marina mercante, que el Estado Nacional, a través de la Armada Argentina, administra, supervisa, controla y hace seguimiento.

Para llevar a cabo dichas tareas, se requiere la implementación de tecnologías que garanticen la seguridad, la confiabilidad, la eficiencia y la autenticidad de la documentación.

Blockchain y las diferentes implementaciones de Inteligencia Artificial, son tecnologías en plena investigación, desarrollo e implementación, que prometen transformar sustancialmente todas las actividades humanas, y en ese contexto surge la oportunidad de aprovechar sus capacidades transformadoras para modernizar y mejorar el sistema de titulación de los

marinos mercantes argentinos. Al integrar la inmutabilidad y transparencia del blockchain con la capacidad de análisis y automatización de la inteligencia artificial, es posible diseñar un ecosistema digital seguro y eficiente que garantice la prevención del fraude y simplifique los procesos obtención de las diferentes certificaciones conformes a la normativa nacional e internacional.

Este trabajo de investigación se enfoca en explorar las diferentes implementaciones tecnológicas, tanto del blockchain como de inteligencia artificial (principalmente el aprendizaje automatizado – Machine Learning) y como la combinación de ambos pueden ofrecer una solución innovadora que impulse un gobierno electrónico eficiente, seguro y transparente. Se examinarán soluciones disponibles en el mercado que podrían ser utilizadas para la emisión de certificaciones y el registro de otros documentos de control a través de blockchain. Además, se analizarán sistemas de IA que permitan la detección de fraudes en documentos, la optimización de procesos y la implementación de chatbots para la atención ciudadana, entre otras aplicaciones relevantes.

II. Marco Teórico

La titulación del personal embarcado de la marina mercante es, tradicionalmente, un proceso complejo que implica trámites burocráticos y verificaciones manuales, debido a la extensa cantidad ordenes, disposiciones, resoluciones, decretos, leyes y tratados internacionales que hacen al marco normativo de la actividad.

Los títulos de competencia y los diferentes certificados de suficiencia, son diplomas académicos y documentos que permiten el ejercicio de la actividad laboral, los cuales deben ser revalidados cada cinco años. La necesidad de garantizar la autenticidad y validez de estos, así como la seguridad en la gestión de la información, ha sido un desafío constante para las autoridades encargadas de este sector.

En los últimos años, la tecnología blockchain ha surgido como una herramienta disruptiva, con el potencial de revolucionar la forma en que se gestionan los datos y se verifica la autenticidad de la información. La descentralización y la inmutabilidad de los registros (características fundamentales) ofrecen un mecanismo transparente y seguro para la gestión de la titulación y en la emisión de otros documentos relacionados.

Por otro lado, la inteligencia artificial ha avanzado significativamente, proporcionando capacidades de procesamiento, análisis y predicción que pueden mejorar considerablemente la eficiencia y precisión de los sistemas. Los modelos para la detección de documentos apócrifos, de evaluación de procesos y los de procesamiento de lenguaje natural, pueden automatizar tareas repetitivas, identificar patrones en grandes conjuntos de datos, tomar decisiones y simplificar los diferentes procesos involucrados en el otorgamiento de los certificados y títulos.

En Argentina, por ejemplo, Blockchain Federal Argentina (BFA) es una plataforma multiservicios abierta y participativa para integrar servicios y aplicaciones sobre blockchain [6], donde organismos como el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, la Secretaría de Educación (antes el Ministerio de Educación) y la Universidad Nacional de Córdoba, han implementado el blockchain para el registro y control de títulos y otros documentos académicos. [7]

Otro ejemplo de uso de blockchain en la emisión de certificados educativos es BlockCerts, desarrollado por Learning Machine y el MIT, que es un estándar abierto para crear, emitir, ver y verificar certificados basados en dicha tecnología [8], y que permite a los usuarios individuales vean, administren y compartan sus certificados mientras que las instituciones educativas y empleadores reduzca el tiempo y costos para verificar los mismos [9].

También, en 2018, el Lloyd's Register Foundation encargó a la Maritime Blockchain Labs de la empresa Bloc, desarrollar un prototipo de plataforma para la certificación de los marinos mercantes bajo el convenio STCW vía blockchain [10].

La combinación de blockchain e inteligencia artificial presenta una oportunidad para transformar el proceso de titulación en la marina mercante nacional, al diseñar un sistema integral que agilice los procedimientos, prevenga el fraude, reduzca los errores y garantice la integridad de los registros de titulación.

Si bien existen iniciativas en otros sectores que han explorado la aplicación de blockchain e IA en procesos administrativos y de certificación, su implementación específica en el ámbito de este trabajo de investigación aún no ha sido plenamente explorada. Por lo tanto, este estudio pretende llenar ese vacío al proponer un marco conceptual y práctico para la aplicación de estas tecnologías innovadoras, en el contexto de la titulación del personal embarcado de la marina mercante.

El objetivo principal, es modernizar y agilizar el proceso de titulación mediante la utilización de ambas tecnologías reduciendo considerablemente los tiempos del procesamiento documental y la emisión de los diplomas con certificado digital, a la vez que se logre la detección de la totalidad de documentos apócrifos (mediante técnicas de visión computacional, clasificación de imágenes, y NPL), alcanzando así un gobierno electrónico que garantice a las partes interesadas procesos agiles, eficientes, transparentes y seguros, además posicionando a la República Argentina como modelo a nivel internacional en la gestión de la titulación de sus marinos mercantes.

III. Análisis FODA

Antes de avanzar con los aspectos técnicos de esta investigación, es importante explorar y comprender los factores internos y externos que pueden influir en su éxito.

FODA como herramienta de estudio de situación, proporciona una visión integral de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que rodean a la idea. En el caso de este proyecto, permitirá identificar los aspectos que pueden potenciar su implementación o representar desafíos a superar, y comprender mejor el contexto para la toma de decisiones con el objetivo de modernizar y mejorar el sistema de titulación del personal embarcado de la Marina Mercante Argentina.

Tabla I

MATRIZ DE ANÁLISIS FODA

Fortalezas	Oportunidades
Marco Normativo Experiencias Previas Gobierno Digital Compromiso Institucional Reconocimiento Internacional	Desarrollo Tecnológico Colaboración Interinstitucional Mejora de Procesos Económicas Reputación Científica y Tecnológica
Resistencia al Cambio Limitaciones presupuestarias Infraestructura Tecnológica Seguridad de Datos Brecha Digital	Regulaciones Cambiantes Competencia Internacional Ciberataques Nuevas Tecnologías Disruptivas Cambios organizacionales
Debilidades	**Amenazas**

Fortalezas:

Marco Normativo: Los requisitos base para los diferentes procesos de titulación y certificación, están definidos en las normativas nacionales e internacionales, lo cual evita ambigüedades y allana el camino para un producto potencialmente aceptable.

Experiencias Previas: Aunque si bien la adopción del blockchain aún es escasa en Argentina, hay muy buena experiencia en el registro de títulos académicos, documentos contables, transaccionales, etc., que proporcionan un punto de partida y conocimientos técnicos para este proyecto. Por otro lado, en Argentina, la implementación de tecnologías de IA se ha centrado en proyectos de optimización de procesos relacionados con atención al cliente, acciones de seguridad, prevención y mejora en la calidad del producto [11]

Gobierno digital: La combinación de blockchain e inteligencia artificial tiene un gran potencial para agilizar procesos, prevenir fraudes y mejorar la transparencia en un gobierno electrónico más eficiente y responsable con el medio ambiente al disminuir el uso de papel y oficina de atención al público.

Compromiso Institucional: La implementación de estas tecnologías, darán un impulso de confianza y valoración positiva a la Armada Argentina y otras organizaciones vinculadas, al demostrar un compromiso institucional con la modernización y mejora de los procesos.

Reconocimiento Internacional: Argentina podría ganar reconocimiento y prestigio, al posicionarse como un modelo a nivel internacional en la gestión de la titulación de marinos mercantes, lo que dará mayor confianza a las empresas y a los estados parte que deban reconocer las certificaciones emitidas por esta Nación.

Oportunidades:

Desarrollo Tecnológico: Blockchain e IA son tecnologías en constante avance, que permitirán mejorar y optimizar aún más los procesos de atención ciudadana y de certificación, y paralelamente disminuyendo los riesgos de prácticas de fraude y sus costos relacionados.

Colaboración Interinstitucional: La posibilidad de colaboración con otras instituciones nacionales, y posiblemente internacionales, puede enriquecer el proyecto: La autoridad de aplicación del REFOCAPEMM se encarga de la aprobación de los planes y programas de estudio; la Prefectura Naval Argentina del documento de embarco y registro de los mismos; las compañías de la verificación de la documentación, la emisión de los roles de despacho y del cumplimiento de las practicas antifatiga; los centros de formación y capacitación del registro de los documentos académicos; el ENACOM de las licencias de radio operadores, entre otros, podrían participar en el desarrollo e implementación de los diferentes módulos, consumirlos o aportar datos.

Mejora de Procesos: La automatización de tareas y la detección de fraudes pueden conducir a una mejora considerable en la eficiencia y precisión de los procesos involucrados. Además, el análisis de datos utilizando algoritmos de aprendizaje automático, es una valiosa herramienta en la optimización de los procesos y para la toma de decisiones.

Económicas: Un excelente reconocimiento internacional de los procesos y documentos que avalan las competencias de los marinos mercantes, abren oportunidades económicas para ellos, lo que contribuye al desarrollo económico del país al aumentar la competitividad. También disminuyen los costos que producen los riesgos ambientales, humanos y de la carga, producto de que el personal embarcado no cuente con las cualificaciones pertinentes.

Reputación Científica y Tecnológica: La investigación y el desarrollo de tecnologías como blockchain e IA, aplicados en los diferentes procesos mencionados, podrían aumentar la reputación de Argentina como un país innovador y tecnológicamente avanzado, e impulsar nuevas investigaciones y publicaciones, o también la implementación en otras áreas de gobierno y empresas.

Debilidades:

Resistencia al Cambio: La resistencia al cambio por parte de algunos sectores de la burocracia (organismos públicos, sindicatos, empresas, institutos, etc.), en especial por la falta de conocimiento y comprensión sobre estas tecnologías, podría obstaculizar la implementación del proyecto. También, aún existe una resistencia al uso de chatbots, dado que muchas empresas los han mal entrenado y dando una mala imagen a los mismos [12], o de subir a la nube documentación personal a través de estos.

Limitaciones presupuestarias: La implementación de tecnologías como blockchain e inteligencia artificial requieren una inversión considerable en infraestructura y capacitación. El contexto económico de Argentina es una debilidad para tener en cuenta.

Infraestructura Tecnológica: Atado a la debilidad anterior, la falta de infraestructura adecuada puede dificultar la implementación efectiva del proyecto, teniendo en cuenta la desinversión en defensa que desde 1981 ha estado sucediendo [13].

Seguridad de Datos: La seguridad de los datos y la privacidad pueden ser preocupaciones importantes al utilizar tecnologías como blockchain, especialmente en un contexto donde la información personal y sensible está involucrada. Se debe tener especial atención en aspectos como la legalidad, el

consentimiento, la finalidad, la proporcionalidad, la calidad, la seguridad y un nivel de protección adecuado.

Brecha Digital: La falta de acceso a la tecnología y la capacitación puede crear una brecha o desafío que excluya a ciertos grupos de los beneficios de la implementación de estas tecnologías. La distribución geográfica y social de los marinos mercantes es muy amplia: va desde aquel que se formó en el trabajo en un rio interno del país, a los que se formaron en una carrera de nivel superior.

Amenazas:

Regulaciones Cambiantes: Cambios en las normativas nacionales o internacionales, requerirá de ajustes continuos para mantener el sistema actualizado.
Competencia Internacional: Otros países pueden estar explorando soluciones similares, lo que podría afectar la posición de Argentina en el mercado. También podrían impulsar el rechazo a las certificaciones puramente digitales.
Ciberataques: La naturaleza digital del proyecto lo hace vulnerable a posibles ciberataques, comprometiendo la integridad y seguridad de los datos. Se debe poner especial atención en este aspecto, dado que se trata de un sistema que garantice la transparencia y la prevención del fraude.
Nuevas Tecnologías Disruptivas: El sistema podría volverse obsoleto frente a nuevas soluciones más avanzadas, lo que requeriría una constante actualización y adaptación.

Cambios organizacionales: Un cambio organizacional importante, como que la Armada Argentina no tenga más la responsabilidad del sistema de formación, capacitación y titulación, o reducción considerable de presupuesto que no permitan mantener y actualizar los sistemas, etc.

IV. Propuesta Estratégica

Es misión de este proyecto, modernizar el sistema nacional de formación y titulación del personal embarcado de la marina mercante mediante tecnologías innovadoras. Para ello, se propone garantizar transparencia y seguridad en la emisión de los certificados digitales utilizando blockchain, y optimizarlo mediante inteligencia artificial para mitigar riesgos de fraude y agilizar los procesos de titulación.

Con visión de ser lideres en la transformación del gobierno electrónico, el desarrollo de este disruptivo sistema posicionará a la Argentina como un referente internacional en la gestión de la titulación, aspirando a ser reconocidos por la innovación tecnológica, calidad y compromiso con la seguridad de los recursos marítimos y su gente.

En tal sentido, se establece seis objetivos estratégicos para alcanzar la meta propuesta:

- Investigar, desarrollar e implementar soluciones con tecnología a la vanguardia.
- Garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos y de los documentos emitidos, protegiendo la información sensible y, previniendo y detectando el fraude.
- Expandir la propuesta a otros organismos e instituciones que participen de los procesos de formación, capacitación y titulación, a fin de que todas las actividades involucradas estén bajo un mismo marco.
- Diseñar una plataforma flexible y escalable que se adapte a los cambios normativos y de crecimiento económico, incluso de posibles alianzas o convenios de reconocimiento bilaterales.
- Orientar el desarrollo en la experiencia del usuario, priorizando su usabilidad y accesibilidad., entrenando modelos óptimos y exactos de los sistemas de inteligencia artificial como los chatbots o verificadores de documentación.
- Ofrecer un sistema económicamente viable, acorde a las partidas presupuestarias y en son de un gobierno electrónico eficiente.

La propuesta ofrece en reducir los procesos burocráticos, garantizar la transparencia, prevenir el fraude y mejorar la seguridad mediante un sistema moderno e inteligente de titulación que utilice la reconocida tecnología de blockchain y las prometedoras virtudes de los algoritmos y modelos de aprendizaje de máquina.

Para que el proyecto sea realizable se ofrece:

- Un plan de financiamiento para contar con los recursos para el desarrollo, pruebas y despliegue de la solución.
- Un plan de implementación para atraer la colaboración de otros organismos, que garanticen la viabilidad legal y técnica.
- La evaluación y mitigación de riesgos potenciales, incluyendo los relacionados con la seguridad y la resistencia al cambio.
- Una estrategia de adopción y capacitación para todos los interesados, desde marinos mercantes hasta organismos e instituciones nacionales e internacionales, enfocada en la participación activa, propuestas de alianzas estratégicas, y mediante incentivos y reconocimiento a aquellos que colaboren en alcanzar los objetivos de implementación.

V. Desarrollo Funcional de la Propuesta

El Sistema Nacional de Formación, Capacitación y Titulación del Personal Embarcado de la Marina Mercante Argentina, requiere de un sistema informático que integre herramientas que cubran todos los aspectos de la carrera de marino mercante, desde su formación inicial hasta las titulaciones posteriores. También debe incorporar tecnologías innovadoras para garantizar la eficiencia, transparencia y seguridad en todos los procesos: la implementación de blockchain e inteligencia artificial emerge como un componente fundamental para modernizar y optimizarlo.

El sistema propuesto, enmarcado en un gobierno digital, se orienta a la experiencia del usuario y las partes interesadas, abarcando desde los propios marinos mercantes hasta los centros de formación, organismos nacionales e internacionales, compañías y autoridades gubernamentales. Un mundo hacia la web 4.0, donde el usuario busca una experiencia más inteligente, personalizada y eficaz [14], requiere incorporar la aplicación de blockchain e inteligencia artificial, en conjunto con el desarrollo de una plataforma web y aplicaciones móviles para garantizar el

acceso desde cualquier dispositivo.

Con ello, se ofrece cinco módulos esenciales:

1. Módulo para la gestión de los Centros de Formación y Capacitación, donde los institutos, escuelas y centros de formación serán dotados con herramientas para gestionar a sus alumnos de manera integral. Desde el ingreso hasta el egreso, se contemplará un seguimiento continuo que permita a los graduados regresar para actualizar o complementar su formación. Dispondrá de un sitio web con gestor de contenidos intuitivo que facilite la administración y actualización de la información, con posibilidad de personalización para brindar su oferta académica. También contará con gestión de inscripciones, carrera, planes y programas de estudio, campus virtual auditable.

2. Módulo para el Control de Embarcos:

Las empresas podrán gestionar los roles y embarcos de su personal, registrar los embarcos realizados, permitiendo un seguimiento detallado de cada experiencia. Este módulo incluirá registro de embarcos con detalles como buque, fechas, rutas, y cálculos de tiempos de embarco, singladuras, roles de despacho, viajes y zonas fluviales y marítimas; seguimiento AIS, validación de embarcos por Prefectura Naval, control de cargos duplicados.

3. Módulo Específico para la Administración de títulos y certificados:

Para la administración encargadas de la emisión de títulos, certificados y refrendos, así como de la gestión de trámites y normativas, se implementará un conjunto de herramientas robustas que garanticen la eficiencia y la integridad de los datos. Este módulo incluirá un sitio web con gestor de contenidos y sistemas de verificación de validez y autenticidad. Plataformas para gestionar trámites, expedir documentos conforme al Convenio STCW y otras titulaciones no STCW, así como el seguimiento y auditoría de los procesos.

Todos los legajos, registros documentales y titulaciones serán respaldados/emitidos bajo tecnología blockchain respaldados por tecnología blockchain para garantizar la transparencia, inmutabilidad y auditoria de los mismos.

Los documentos serán analizados mediante visión computacional y modelos de predicción automática para la detección de documentación apócrifa.

4. Módulo de Gestión de Calidad:

En cumplimiento con las prescripciones del Convenio STCW (Regla I-8), se establecerá un sistema de gestión de calidad conforme a la Norma ISO 9001:2015. Este módulo integrará herramientas para asegurar la calidad en todos los aspectos del proceso de formación, capacitación y titulación. Utilizará tecnología de análisis de datos y algoritmos de aprendizaje automático para mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos, a la vez que brinde información para la toma de decisiones, y detección de riesgos y su mitigación.

5. Módulo de atención ciudadana.

A través de un portal digital y aplicaciones móviles, los ciudadanos aspirantes a títulos y certificados podrán realizar sus trámites de forma cien por ciento online, mediante un asistente virtual (chatbot) que responderá a todas sus consultas, y según sea el caso, solicitará documentación respaldatoria para el inicio de un trámite. Mediante IA, se validará tanto la identidad como los documentos cargados y, de estar todo correcto, el sistema emitirá la certificación solicitada, agilizando notablemente el proceso al convertirlo en una expedición automática.

Por otro lado, contará con un legajo digital, sistema de turnos para tramites presenciales, historial de carrera, trabajo y empleos a bordo.

La integración de tecnologías como blockchain e inteligencia artificial, garantizará la seguridad y autenticidad de los registros, mientras que la inteligencia artificial será empleada para la detección de fraudes, la optimización de procesos y la mejora continua del sistema.

Esta propuesta ofrece una solución integral que garantiza la eficiencia, transparencia y seguridad en todos los aspectos de la titulación, posicionando a Argentina como líder en la gestión de la gestión de la titulación de marinos mercantes.

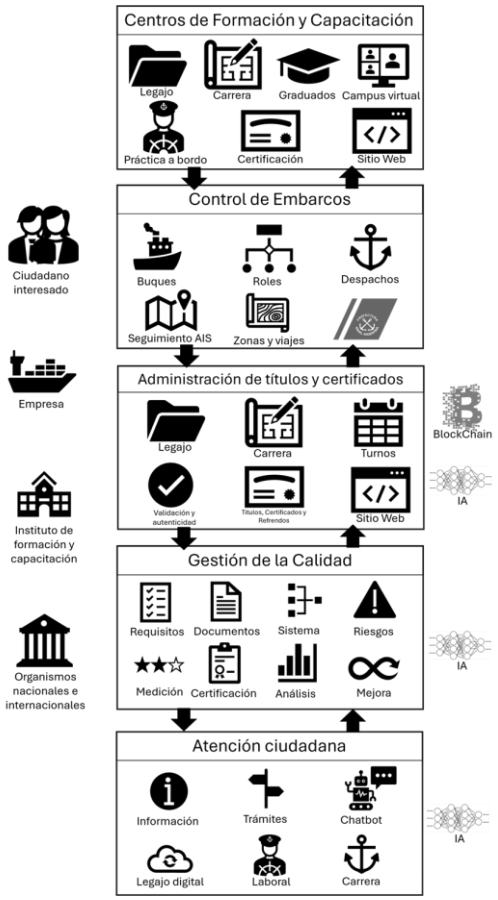


Fig. 1. Prototipo de módulos y funcionalidades, donde se indica los principales actores y en que módulos la IA o blockchain son más relevantes.

VI. Desarrollo Técnico de la Propuesta

Para abordar el desarrollo técnico del sistema, se dividirá la sección de acuerdo a cada componente en términos de tecnologías, arquitectura, metodologías y los procesos necesarios para su desarrollo.

Arquitectura del Sistema.

De acuerdo con el desarrollo funcional, la arquitectura será modular y escalable, diseñado para integrar las dos tecnologías claves, blockchain e IA, en una plataforma web y aplicaciones mobile.

Capa de presentación - Interfaces de usuario para las aplicaciones web y mobile (Android e IOs).

Para el desarrollo de las aplicaciones web se utilizará el ReactJS por permitir construir interfaces eficientes. Es una biblioteca JavaScript desarrollada por Facebook. Permite construir sitios web y aplicaciones de forma tal que mejore la interfaz para el usuario. Es adecuado para el desarrollo de Single-Page Apps (SPA), es decir, aplicaciones cuya interfaz se debe cargar una única vez sin necesidad de recargar la página. Dentro de las opciones para mobile, se abarajaba entre React Native y Flutter, donde la primera por ser más madura (2015 vs 2017) es la escogida.

Capa de Aplicación – Lógica de Negocio y procesamiento, donde las tecnologías específicas de blockchain e IA serán implementados.

El Backend estará construido sobre Node.js y Express.js. Por un lado, Node.js tiene una gran trayectoria y es reconocido por su capacidad de manejar una gran cantidad de conexiones en simultaneo con un rendimiento eficiente. Express.js es un framework que proporciona una estructura sencilla para crear aplicaciones robustas y compatible con APIs RESTful. Ambos sistemas están desarrollados con JavasScript, lo cual economiza los costos de desarrollo, al ser el mismo lenguaje que maneja React y otros marcos como Tensorflow.js (Para trabajar con modelos de Machine Learning)

Cada microservicio estará contenido mediante Docker, que es una plataforma de contenedorización, lo que permite su despliegue de forma automatizada. Además, para la administración y despliegue de los contenedores, se utilizará Kubernates, que es sistema de orquestación de código abierto para automatizar la gestión, ubicación, escalado y enrutamiento de contenedores [15].

Como se mencionó, para los algoritmos de Machine Learning se utilizará Tensorflow.js, que es una biblioteca para el aprendizaje automático en JavasScript, que permite entrenar, rentrenar y ejecutar modelos de inteligencia artificial sobre el navegador y con Node.js.

Capa de datos – Bases de datos y registros en blockchain. El sistema requiere la implementación de diferentes sistemas de bases de datos NoSQL:

- MongoDB es una base de datos orientada a documentos que guardará la metadata de los documentos almacenados en pdf, por ejemplo, los subidos por los usuarios, planes y programas de estudio, etc.
- Cassandra es un sistema para el manejo de grandes volúmenes de datos distribuidos, por ejemplo, los registros de embarco, rutas, roles de despacho, etc.
- BFA – Blockchain Federal Argentina, una plataforma multiservicios abierta pensada para integrar servicios y aplicaciones. No posee una criptomoneda asociada, por lo que no depende del minado, y sus transacciones no tienen costo. BFA no almacena los documentos, solo provee de los hashes de los mismos. Todas estas características hacen dicha tecnología especialmente perfecta para obtener la inmutabilidad y transparencia del registro de los títulos, certificados, actas de examen, trámites, y todo documento emitido durante los diferentes procesos, garantizando la validez, autenticidad y prevención de fraudes.

También se implementará una base relacional PostgreSQL para el almacenamiento de datos de usuarios y otros contenidos del sistema. Su capacidad de poder crear procesos y funciones en JavaScript, permiten ejecuciones más rápidas.

Sistemas y modelos de Inteligencia Artificial: Para el presente proyecto se propone la utilización de IA mediante Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP, por sus siglas en inglés) tanto para la implementación del chatbot como para el reconocimiento de texto en los diferentes documentos que el ciudadano adjunte durante el proceso del tramite a realizar, y mediante visión computacional y modelos de clasificación para predecir si los documentos son válidos y auténticos o se trata de documentos apócrifos.

Un chatbot es un programa que mediante IA puede simular conversaciones humanas. Este estará diseñado y entrenado para atender específicamente los requerimientos de los ciudadanos relacionados con la marina mercante, desde información relacionada con esta hasta el inicio y finalización de los diferentes trámites. Por el nivel de desarrollo y evolución se opta por OpenIA mediante la API de ChatGPT, un modelo de NPL, específicamente Generative Pre-trained Transformes (de allí su nombre GPT). El modelo será entrenado con toda la información necesaria para los procesos de atención ciudadana, desde normativas, planes de carrera, requerimientos documentales, procedimientos de inscripción y obtención de títulos y certificados, etc. Para ello se creará un dataset importante con todos los datos necesarios, se entrenará el modelo, se lo evaluará y rentrenará de acuerdo con los resultados y nueva información requerida. Además, se proveerá de procedimientos automatizados para que el chatbot se encargue de ejecutarlos según sea necesario.

Por otro lado, la visión computacional es una técnica de IA que permite interpretar y procesar imágenes digitales. Esta capacidad permitirá detectar documentación apócrifa mediante el análisis de medidas de seguridad, firmas y detalles de diseño en los diferentes documentos. También al procesar y detectar texto (OCR) realizará un análisis

mediante NPL. Las tecnologías principales que permitirán esto son OpenCV, TensorFlow. La primera es una biblioteca de visión computacional para el preprocesamiento y análisis de las imágenes, y el segundo es un framework de machine learning, especialmente para el entrenamiento de modelos con imágenes de forma eficiente. Los modelos de clasificación serán construidos sobre una base ResNet, la cual es una red de neuronal profunda diseñada para el procesamiento de imágenes (clasificación, detección, segmentación) y NPL. Para la construcción del dataset, se requerirá del acceso a miles de documentos auténticos y no auténticos (como libretas de embarco, certificados, títulos, DNI, etc.), firmas, medidas de seguridad, entre otros.

VII. Conclusiones

La integración de tecnologías como como blockchain e inteligencia artificial en el proceso de formación, capacitación y titulación del personal embarcado, es una oportunidad que no debería dejarse pasar. El análisis del contexto normativo y tecnológico, y del conocimiento de casos exitosos en otras áreas, ha demostrado que la implementación de estas tecnologías puede ofrecer soluciones innovadoras para modernizar y optimizar dichos procesos.

Blockchain promete ofrecer un sistema seguro, transparente e inmutable para el registro y verificación de los documentos relacionados con los títulos y certificados. Al mismo tiempo, la inteligencia artificial, a través de la visión computacional, el aprendizaje automatizado y el procesamiento de lenguaje natural, puede mejorar la eficiencia y precisión de los procesos administrativos, detectar fraudes y automatizar los distintos procedimientos.

La propuesta estratégica de este proyecto apunta a que la República Argentina mejore los procesos de la titulación de marinos mercantes, ofreciendo una solución integral que reduce la burocracia, previene el fraude y mejora la seguridad en la gestión de documentos. Además, la implementación de un sistema nacional de formación y titulación, que utilice estas tecnologías, contribuirá a un gobierno electrónico más eficiente, sostenible y accesible.

A pesar de las ventajas y fortalezas identificadas, es muy importante que para que el proyecto avance sea abordada la resistencia al cambio y limitaciones presupuestarias, y se debe impulsar la colaboración interinstitucional.

VIII. Futuras Líneas de Investigación

Una futura línea de investigación es la expansión del sistema hacia otras administraciones, especialmente con aquellas las que existan convenios bilaterales de reconocimiento de la formación y/o titulación. Será importante investigar cómo adaptar el sistema a las particularidades legales, institucionales y culturales de cada país, para garantizar su efectividad y aceptación.

Es interesante abordar cómo la tecnología puede apoyar este proceso de internacionalización. Por ejemplo, en facilitar la traducción, verificación y autenticación de documentos, agilizando los trámites administrativos y burocráticos relativos al reconocimiento de títulos en el extranjero.

Referencias

[1] Argentina.gob.ar (2024). Intereses Marítimos. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/armada/intereses-maritimos

[2] OMI. (2020). Convenio internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar. Obtenido de https://web.archive.org/web/20200919122056/http://www.imo.org/es/About/Conventions/ListOfConventions/Paginas/International-Convention-on-Standards-of-Training,-Certification-and-Watchkeeping-for-Seafarers-(STCW).aspx

[3] Ley 22.608. (1982). Apruébase el 'Convenio internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar, 1978'. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-22608-207399

[4] Decreto 572 (1994). Apruébase el Reglamento de Formación y Capacitación del Personal embarcado de la marina mercante.. Obtenido de https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/10000-14999/11658/texact.htm

[5] Ley 22.932 (1981). Institúyese en jurisdicción del Ministerio de Defensa - Comando en Jefe de la Armada- el sistema de formación y capacitación de las tripulaciones de los buques y artefactos navales de matrícula nacional. https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-22392-193701

[6] Blockchain Federal Argentina – Que es BFA (2024). Obtenido de https://bfa.ar/bfa/que-es-bfa

[7] Blockchain Federal Argentina – Aplicaciones (2024). Obtenido de https://bfa.ar/bfa/aplicaciones

[8] Blockcerts – About (2024). Obtenido de https://www.blockcerts.org/about.html

[9] Shuyi Pu, Jasmine Siu Lee Lam (2022). The benefits of blockchain for digital certificates: A multiple case study analysis. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X22003177#bib28

[10] Bloc, Maritime Blockchain Labs (2022). Findings & Conclusions, 25. Obtenido de https://hazcheck.com/wp-content/uploads/2021/06/20210209_BLOC_Report_v2.pdf

[11] MIT Technology Review (2020). Grandes empresas y 'start-ups', los líderes de la IA en Argentina. Obtenido de https://www.technologyreview.es/s/12479/grandes-empresas-y-start-ups-los-lideres-de-la-ia-en-argentina

[12] Pablo Wahnon, Forbes Argentina (2023. ¿Podrá mejorarse la mala imagen de los chatbots con la incorporación de IA generativa?. Obtenido de https://www.forbesargentina.com/innovacion/podra-mejorarse-mala-imagen-chatbots-incorporacion-ia-generativa-n36372

[13] Eissa, S. G. (2020). INAP - CUINAP. Obtenido de https://publicaciones.inap.gob.ar/index.php/CUINAP/issue/view/50.

[14] Natalia Castro Diez (2023). ¿Qué es la Web 4.0? Así usa la IA para personalizar Internet. Obtenido de https://www.nobbot.com/que-es-la-web-4-0/

[15] Docker.com (2024). Que es Kubernetes?. Obtenido de https://www.docker.com/resources/kubernetes-and-docker/



Facundo Esteban Palermo nació en Santa Fé, el 9 de mayo de 1989. Estudiante del último año de la Licenciatura en Informática en la Universidad de Palermo. Cursó 3 años de la Licenciatura en Administración Naviera en la UdeMM. Desde el 2008 trabaja en la Armada Argentina en tareas relacionadas con la formación y titulación de marinos mercantes. Especialista y auditor de sistemas de gestión de la calidad, y de normativas especificas relativas a la actividad de la Marina Mercante.