

ORIGINAL

Artículo de investigación

Una nueva frontera para la creación de modelos de negocios: Blockchain y la State Action Reward State Action*

A new frontier for business model creation: Blockchain and the State Action Reward State Action

Recibido: Noviembre 20 de 2023 - Evaluado: Febrero 21 de 2024 - Aceptado: Mayo 23 de 2024

Mario Gabriel Sarián-González**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2271-0532>

Carlos Luis Bruna-Román***

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0576-3149>

Claudio Robles-Lagos****

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4853-8128>

Para citar este artículo / To cite this Article

Sarián-González, M. G., Bruna-Román, C. L., & Robles-Lagos, C. (2024). Una nueva frontera para la creación de modelos de negocios: Blockchain y la State Action Reward State Action. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 9(18), 1-16. <https://doi.org/10.18041/2539-3669/gestionlibre.18.2024.12107>

Editor: Dr. Rolando Eslava-Zapata

Resumen

La revolución tecnológica está entregando nuevas herramientas para los modelos de negocio y redefinido la forma en que las empresas operan. En este nuevo panorama, el aprendizaje por refuerzo y la blockchain emergen como tecnologías clave para optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones. El aprendizaje por esfuerzo, especialmente con algoritmos como State

* Artículo inédito. Artículo de investigación e innovación. Artículo de investigación. Trabajo vinculado a la Universidad Autónoma de Chile.

** Doctor en Administración por la Universidad Central, Chile. Master of Business Administration por la Universidad de Sevilla, España. Magister en Administración y Dirección de Empresas con especialización en Comunicación Estratégica por Universidad Pompeu Fabra, España. Ingeniero en Informática y Gestión por la Universidad Diego Portales, Chile. Profesor de la Universidad Autónoma de Chile. Email: mario.sarian@uautonoma.cl

*** Magister en Currículum y Evaluación Educativa de Universidad Mayor, Chile. Postítulo de mención en Administración Educacional de Universidad Miguel de Cervantes, Chile. Doctorando en Salud Pública en Universidad Internacional Iberoamericana, México. Traductor Frances Español en la Universidad de Playa Ancha de Valparaíso, Chile. Profesor de Inglés en el Instituto Profesional Valle Central, Chile. Email: carlos.bruna@cloud.uautonoma.cl

**** Master of Business Administration por la Universidad Adolfo Ibáñez, Chile. Licenciado en Ciencias de la Ingeniería e Ingeniero Civil Bioquímico por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Doctorando en Ciencias Económicas, Empresariales y Jurídicas en la Universidad de Almería, España. Email: claudio.robles@uautonoma.cl

Action Reward State Action, permite a las empresas adaptarse rápidamente a entornos cambiantes y tomar decisiones más inteligentes. Por su parte, la blockchain garantiza la transparencia y seguridad de los datos, creando un entorno de confianza para las transacciones. La combinación de aprendizaje por esfuerzo y blockchain ofrece un potencial sin precedentes para transformar los modelos de negocio. Al integrar la capacidad de aprendizaje del aprendizaje por esfuerzo con la inmutabilidad de la blockchain, las empresas pueden crear sistemas más eficientes, resilientes y basados en datos confiables. Esta sinergia está abriendo nuevas oportunidades para innovar y destacar en un mercado global cada vez más competitivo. Esta investigación explora cómo se puede aprovechar esta poderosa combinación para desarrollar nuevos modelos de negocio. A través de un modelo conceptual, se analiza cómo las transacciones en blockchain pueden ser optimizadas mediante el aprendizaje por refuerzo. En un mundo digital en constante evolución, la capacidad de las empresas para adoptar y aprovechar estas tecnologías será fundamental para su éxito a largo plazo.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial, SARSA, Blockchain, Gestión, Modelos de Negocio

Abstract

The technology revolution is delivering new tools for business models and redefining the way companies operate. In this new landscape, reinforcement learning and blockchain emerge as key technologies to optimize processes and improve decision-making. Reinforcement learning, especially with algorithms such as State Action Reward State Action, enables companies to adapt to changing environments and make smarter decisions quickly. For its part, blockchain ensures data transparency and security, creating a trusted environment for transactions. The combination of machine learning and blockchain offers unprecedented potential to transform business models. By integrating the learning capabilities of machine learning with the immutability of blockchain, companies can create more efficient, resilient, and trusted data-driven systems. This synergy is opening up new opportunities to innovate and stand out in an increasingly competitive global marketplace. This research explores how this powerful combination can be harnessed to develop new business models. Through a conceptual model, it analyzes how blockchain transactions can be optimized through reinforcement learning. In an ever-evolving digital world, the ability of companies to adopt and leverage these technologies will be critical to their long-term success.

Keywords: Artificial Intelligence, SARSA, Blockchain, Management, Business Modeling

SUMARIO

INTRODUCCIÓN. - ESQUEMA DE RESOLUCIÓN. - I. Problema de investigación. - II. Metodología. - III. Plan de redacción. – 1. Caso de Uso: Comprobación algorítmica de integración *Blockchain* y SARSA. – IV. Resultados de investigación. – CONCLUSIONES. – REFERENCIAS.

Introducción

En las últimas décadas, el avance tecnológico ha provocado cambios significativos en nuestra sociedad y también en la manera en que las empresas operan y toman decisiones. En este documento trabajaremos dos tecnologías emergentes, el aprendizaje por refuerzo (en inglés Reinforcement Learning, RL) asociado a la inteligencia Artificial (IA) y el *blockchain*, que son tecnologías que han capturado la atención de profesionales del mundo empresarial debido a su potencial para transformar modelos de negocio o procesos clave además de mejorar la eficiencia organizacional. (Wang, 2020)

El RL es un área del aprendizaje automático que se centra en cómo los agentes autónomos deben actuar en un entorno para maximizar una recompensa acumulada, y que podemos relacionar con los intereses empresariales en la búsqueda de maximizar sus eficacias. Dentro de este campo y en las alternativas, el algoritmo *State Action Reward State Action* (SARSA) se destaca como un método eficaz para que los agentes aprendan a tomar decisiones secuenciales que son similares a los procesos internos de las organizaciones y en entornos dinámicos y complejos que representa las organizaciones que están en el mercado. A diferencia de otros enfoques, SARSA permite a los agentes adaptar sus estrategias de acción en tiempo real, lo que lo convierte en una herramienta ideal para optimizar procesos empresariales que requieren adaptabilidad constante, como la gestión de la cadena de suministro y la asignación de recursos. (Kshetri, 2018)

Por otro lado, y asociado este trabajo consideraremos la tecnología *blockchain* ha surgido como un componente fundamental en la transformación digital de diversas industrias y modelos empresariales. Su capacidad para registrar transacciones de manera segura, transparente, trazable y descentralizada ha cambiado la forma en que las empresas gestionan datos y realizan transacciones. *Blockchain* proporciona una estructura en la que los datos son inmutables y accesibles para todas las partes interesadas de la organización, lo que reduce significativamente los riesgos de errores, mejora la toma de decisiones en todo nivel de la organización y también transparenta los números o datos organizacionales además de mejorar la confianza entre los participantes de una estructura empresarial. Esta tecnología ha encontrado aplicaciones en una amplia gama de sectores, incluyendo las finanzas, la logística y la salud., y su adopción sigue en aumento a medida que las empresas buscan formas de mejorar la seguridad y la eficiencia operativa. (Beck, 2017)

La asociación y sinergia, que se puede realizar entre SARSA y *blockchain* en el contexto empresarial ofrece una oportunidad única para abordar desafíos complejos de la empresa de una manera integrada. Al combinar la capacidad adaptativa de SARSA con la seguridad y transparencia de *blockchain*, las empresas pueden no solo optimizar sus procesos internos, sino también asegurar que las decisiones tomadas estén basadas en datos confiables y accesibles para las organizaciones, lo cual tiene como resultado nuevas formas de diseños organizacionales.

Esta unión tecnológica no solo es teórica; ya existen casos prácticos que demuestran el valor añadido de integrar SARSA y *blockchain* en soluciones empresariales. Empresas líderes en tecnología y startups innovadoras están explorando activamente cómo utilizar estas tecnologías para crear plataformas más resilientes, eficientes y seguras. A medida que la competitividad empresarial se intensifica, la adopción de estas tecnologías emergentes podría convertirse en un diferenciador clave, permitiendo a las organizaciones no solo sobrevivir, sino prosperar en un entorno global cada vez más interconectado y complejo. (Iansiti, 2017)

La integración de SARSA y *blockchain* representa un paso significativo hacia la próxima generación de soluciones empresariales, donde la adaptabilidad, la seguridad y la transparencia son elementos esenciales para el éxito. A medida que las empresas continúan navegando en el panorama digital, la comprensión y la implementación efectiva de estas tecnologías serán cruciales para mantenerse a la vanguardia y capitalizar las oportunidades emergentes en el mercado global.

Esquema de resolución

1. Problema de investigación

¿Se puede utilizar los modelos de transacción de *Blockchain* y la IA de aprendizaje SARSA para la creación de modelos de negocio?

2. Metodología

Los modelos económicos tradicionales basados en el concepto de equilibrio de mercado han contribuido a través del tiempo a una comprensión más completa de lo que es la creatividad, la innovación y la creación de modelos de negocios. Sin embargo, es necesario considerar que la innovación surge también en un sistema desequilibrado generando otros desequilibrios (North, D.C. 1997). A lo anterior se suma el hecho de que los acelerados cambios de la era digital impulsados entre otros por la cuarta revolución industrial o industrias 4.0 han promocionado la creación de modelos de negocios cada vez más sofisticados que no logran ser del todo interpretados en la búsqueda de un equilibrio económico tradicional.

Young y Kaldor van a concluir que el equilibrio económico es irrelevante frente al cambio tecnológico (Young, 1928; Kaldor, 1972). Es esta misma dirección, el crecimiento económico descansa en el aprendizaje capaz de crear conocimiento e introducir nuevas tecnologías, atribuyéndoles a agentes y empresas la capacidad de aprender (Arrow, 1962a). El aprendizaje nace entonces de la repetición de acciones sumado a un pensamiento reflexivo con rendimientos crecientes debido a la acumulación de conocimiento.

Sin embargo, solo una alta tasa de creación de empresas asimiladoras de tecnologías podrá sostener el cambio tecnológico (Acs & Audretsch, 1988). Es necesario también destacar la fragilidad del cambio tecnológico cuyo éxito depende de un complejo conjunto de condiciones en donde las empresas deben adaptarse al continuo cambio del entorno (Metcalf, Foster, & Ramlogan, 2006). Es así como surge la idea de la economía de la complejidad amparada en la teoría de la complejidad como un adecuado instrumento capaz de interpretar la creatividad, innovación y creación de nuevos modelos de negocios en el mundo actual.

Adicionalmente es el conjunto de interacciones entre diversos grupos superpuestos en diferentes escenarios lo que determinan la tasa de cambio tecnológico (Henderson & Clark, 1990). A la idea de apropiación del conocimiento (Mansfield, Schwartz & Wagner, 1981), Hayek agrega el concepto de distribución de este, aunque se encuentre disperso y fragmentado entre los diferentes participantes (Hayek, 1945).

De la fusión de la teoría de la complejidad y la economía surge la creación de una teoría económica de la complejidad con características tales como no-ergodicidad, cambios de fase y propiedades emergentes (Rosser, 1999; Foster, 2005). Finalmente, Krugman dirá además que el accidentado espacio tecnológico, de conocimiento y de mercado, son tanta causa y a la vez consecuencia de la dinámica compleja (Krugman, 1994).

Pero el desarrollo de nuevas tecnologías ha ido más allá. De la economía de la complejidad que interpreta de mejor modo el cambiante mundo de los negocios, pasamos a la era digital en donde *Blockchain* puede dar seguridad a los nuevos modelos y la IA SARSA les puede otorgar de precisión. El algoritmo SARSA, es un enfoque de aprendizaje por refuerzo, permitiendo a los sistemas autónomos tomar decisiones adaptativas en tiempo real, basándose en la experiencia acumulada. Es especialmente valioso para aquellos casos en donde las decisiones deben optimizarse continuamente, tales como la gestión en una cadena de suministro. El

Internet de las cosas (IoT) por su parte es otra alternativa a la IA SARSA. Aquí la conectividad de actuadores y sensores comunicados por interfases entregan respuestas a dispositivos específicos, además procesar la información en un sistema de nube (Wang, Zhong & Sourì, 2021). Muchos equipos tangibles compuestos de sensores, actuadores, unidades de control, servidores en la nube, niveles de red, desarrolladores, así como consumidores y empresas de suministro están incluidos en un marco de IoT tangible, en línea o en una combinación de ellos (Laghari, Wu, Laghari, Ali & Khan, 2021).

3. Plan de redacción

3.1 La industria 4.0 e Inteligencia Artificial

Un modelo digital basado en Algoritmos

En esta era de lo digital, las empresas están cada vez más impulsadas por la necesidad de optimizar sus procesos y asegurar la integridad de sus operaciones en un entorno global competitivo. La combinación de tecnologías emergentes como el aprendizaje por refuerzo y *blockchain* han comenzado a mostrar un gran potencial para transformar la gestión de recursos, toma de decisiones y aseguramiento de la transparencia de procesos.

La lógica sistémica de SARSA, con un enfoque de aprendizaje por refuerzo, se ha destacado por su capacidad para permitir a los sistemas autónomos tomar decisiones adaptativas en tiempo real, basándose en la experiencia acumulada. Este tipo de algoritmo es especialmente valioso en escenarios donde las decisiones deben optimizarse continuamente, como la gestión de una cadena de suministro, la asignación de recursos y la planificación logística.

Por otro lado, la tecnología *blockchain* ha revolucionado la manera en que las transacciones y los datos son registrados y verificados. Su naturaleza descentralizada y su capacidad para asegurar la inmutabilidad de la información hacen de esta una herramienta esencial para mejorar la transparencia, reducir el fraude y asegurar la trazabilidad en una amplia gama de aplicaciones empresariales.

Dada la creciente necesidad de soluciones tecnológicas que no solo sean eficientes sino también seguras y transparentes, la integración de SARSA y *blockchain* en un modelo conceptual representa un enfoque innovador y prometedor para abordar estos desafíos. Este modelo tiene el potencial de proporcionar una base sólida para organizaciones que requieran tanto adaptación y optimizaciones rápidas proporcionadas por SARSA, además de la seguridad y transparencia garantizadas por *blockchain*. En esta investigación, se propone el desarrollo de un modelo conceptual que combine estas dos tecnologías, explorando su interacción y aplicabilidad en el contexto empresarial. El objetivo es diseñar un marco que permita a las organizaciones optimizar sus procesos en tiempo real además de asegurar que todas las decisiones y transacciones estén registradas de manera segura y verificable. Este enfoque no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también contribuirá a la creación de entornos de negocio más adaptativos y confiables.

Blockchain o cadena de bloques es similar a un registro contable digital, abierto y descentralizado que almacena las actividades en varias computadoras impidiendo su manipulación (Yahaya, Javaid, Alzahrani, Rehman, Ullah, Shahid & Shafiq, 2020). Estas cadenas de bloques pueden además asegurar confidencialidad limitando la membresía solo a los clientes autorizados (Yang, Q., Wang, H., Wang, T., Zhang, Wu & Wang, H. 2021).

Las cadenas de bloques están siendo especialmente aplicados en mercados poco fiables que requieran contratos inteligentes tales como la distribución de energía eléctrica (Li, Bahramirad, Paaso, Yan & Shahidehpour, 2019).

Así las cadenas de bloques se pueden usar para hacer seguimiento a las transferencias de energía entre equipos registrando las operaciones en un libro contable descentralizado e impenetrable. También se puede usar para la creación de contratos inteligentes que optimicen el uso de energía haciendo cumplir los acuerdos. Cifrando la información de los dispositivos en la cadena de bloques, se puede mejorar la privacidad y seguridad de los datos garantizando a su vez el acceso seguro y abierto para las partes autorizadas. Lo anterior permite gestionar una estrategia descentralizada de la energía dando confianza a las partes interesadas, en el desarrollo de Sistemas de Gestión de Energía (HEMs).

La tecnología *blockchain* es confiable para la programación de cargas en el suministro de energía residencial. Permite crear un registro abierto y seguro para el seguimiento de los flujos de energía entre dispositivos dando garantía a la operación. Mediante contratos inteligentes puede mantener los acuerdos de intercambio de dando además la posibilidad de determinar los costos de energía de cada equipo en función de las necesidades del usuario, creando así un mercado dinámico y competitivo. Los Sistemas de Gestión de Energía HEMs permiten optimizar el uso de la electricidad en red informando a los usuarios del correcto funcionamiento de todos sus componentes alineado con una gestión sostenible de los recursos (Irfan, Khan, Amin, Mohsin, Adnan & Zulfiqar, 2022; Shakeri, *et al*, 2017). Así la combinación de SARSA con *Blockchain* aplicado por ejemplo a los Sistemas de Gestión de Energía HEMs pueden desarrollar nuevos y mejores modelos de negocios específicos para cada aplicación.

3.2 Forma de aprendizaje humana una relación binaria

Muchos esquemas de aprendizaje están originalmente basados en la forma en que los humanos (estudiantes) aprenden, por lo que resultan bastante intuitivos de implementar en un lenguaje artificial. A continuación se presentan algunas formas de aprendizaje.

Modelo psicolingüístico

A finales de la década de los setenta, los avances en psicolingüística y psicología cognitiva desafiaron la teoría previa que veía la lectura simplemente como un proceso de decodificación de texto para obtener información. En su lugar, emergió la teoría interactiva, que incluye el modelo psicolingüístico y la teoría del esquema. Esta nueva teoría sostiene que los lectores emplean sus conocimientos y experiencias previas para interactuar con el texto y construir significado.

Goodman (1982) es el principal defensor del modelo psicolingüístico, que sostiene que la lectura es un proceso en el cual la competencia del lector depende del uso y dominio del lenguaje. Según este modelo, la comprensión lectora se facilita mediante la constante interacción entre el lector, el texto y el autor. Es en esta interacción donde el lector construye el significado del texto. Goodman argumenta que el texto presenta una forma gráfica con dimensiones espaciales, como tamaño y dirección, y que cada texto escrito tiene una estructura sintáctica que debe ser reconocida para ser comprendida.

Van-Dijk (1980) sostiene que un texto es un constructo teórico abstracto compuesto por varios elementos, no solo gramaticales, sino también estilísticos, retóricos y esquemáticos. La estructura del texto juega un papel crucial en la comprensión lectora, ya que facilita la decodificación de la información y permite identificar las ideas principales al organizarlas de

manera jerárquica y coherente. Esto se logra mediante el uso de claves textuales que revelan la estructura general del texto y ayudan a reconocer la intención del autor, lo cual facilita la anticipación del contenido y el recuerdo, ya que los lectores recuperan la información basándose en la estructura global del texto.

La estructura de un texto se refiere a la forma en que las ideas están organizadas en conjunto, de modo que el contenido general se presenta con cohesión y coherencia. Tras discutir el modelo psicolingüístico y su relación con la comprensión lectora, examinaremos la teoría de los esquemas como una herramienta valiosa para implementar estrategias que mejoren la efectividad en la creación de imágenes o representaciones mentales vinculadas al tema.

Teoría de los esquemas – Arquitectura del conocimiento

En el contexto del estudio, la lectura creativa y organizada se considera tanto una fuente como un resultado de la construcción de relaciones de supraordenación y subordinación, así como del uso de redes o mapas semánticos. Este proceso de andamiaje o estructura permite al lector integrar o construir nuevas interpretaciones y realidades basadas en lo que ha leído.

Mapas conceptuales y Aprendizaje significativo

Los mapas conceptuales fueron creados por el profesor Joseph Novak en la Universidad de Cornell durante la década de 1960, basándose en las teorías de aprendizaje significativo de David Ausubel. Según Ausubel, “el factor más importante en el aprendizaje es el conocimiento previo del sujeto”, por lo que el aprendizaje significativo sucede cuando una persona relaciona explícitamente los nuevos conceptos con los que ya conoce. Este tipo de aprendizaje provoca cambios en la estructura cognitiva, modificando los conceptos existentes y estableciendo nuevas conexiones entre ellos.

De acuerdo con García-Huidobro, Gutiérrez & Condemarín (1997) los mapas conceptuales son herramientas esquemáticas que representan visualmente un conjunto de significados y las relaciones entre los conceptos del contenido externo y el conocimiento previo. Estos mapas facilitan la planificación y regulación de las estrategias durante el proceso de aprendizaje. Es fundamental que el estudiante pueda expresar lo que ha comprendido de la lectura mediante la creación de una estructura gráfica organizada.

Simultáneamente, como complemento a la psicología del aprendizaje, los mapas mentales permiten a cada estudiante integrar la nueva información de manera personalizada. Esto se logra mediante una secuencia, análisis y organización lineal de los datos en una espiral de asociaciones personales, respetando la percepción individual a través de imágenes que hacen que la información sea significativa a través de la imaginación y la visualización de los conceptos. El aprendizaje significativo se distingue porque los nuevos conocimientos se incorporan de manera sustancial en la estructura cognitiva del estudiante, lo cual se logra mediante un esfuerzo consciente por parte del estudiante para relacionar los nuevos conceptos con el conocimiento previo.

La experiencia de lectura resulta de la implicación afectiva del alumno, quien desea aprender lo propuesto porque lo considera significativo. Esto está relacionado con sus motivaciones internas, que son los impulsos o emociones que lo impulsan a actuar y que constituyen el motor de todo proceso de aprendizaje. En este contexto, la Programación Neurolingüística se presenta como una herramienta valiosa para abordar con éxito tareas como la comprensión de un texto o un lenguaje artificial. La creencia en la posibilidad de realizar esta tarea de manera efectiva representa ya el 50% del éxito desde el principio. Esto está estrechamente vinculado a la

motivación y al conocimiento que se puede adquirir sobre los propios procesos internos utilizados y controlados durante la lectura.

Metacognición

Hace referencia al entendimiento de los propios procesos cognitivos, lo que permite al sujeto reflexionar sobre sus aciertos, progresos y retrocesos en el aprendizaje de nuevos conocimientos. Este concepto general puede variar según el área o dominio del conocimiento y los distintos tipos de cognición involucrados en cada campo. Por ejemplo, los procesos cognitivos necesarios para aprender las cuatro operaciones básicas de matemáticas son diferentes de los requeridos para organizar períodos históricos o evaluar los valores literarios de un poema.

Meta lectura

La meta lectura es el proceso que implica explorar los recursos personales disponibles para comprender y evaluar los aspectos relacionados con la estructura y los elementos lingüísticos del texto que se está leyendo.

Metacomprensión

Este concepto se refiere al entendimiento que tiene el lector sobre sus recursos cognitivos para abordar una tarea de lectura y a la autorregulación que ejerce sobre sus estrategias lectoras (Ríos, 1991). Es importante considerar los siguientes aspectos:

- El texto. Incluye características como el nivel de dificultad, la familiaridad y la estructura, que impactan en la comprensión y retención del contenido.
- Representación de la tarea. Refleja los requisitos para almacenar y recuperar información, lo que permite al estudiante demostrar su aprendizaje.
- Estrategias. Son las actividades que el aprendiz utiliza para almacenar y recuperar información.
- Características del lector. Incluyen habilidades, nivel de motivación y otros aspectos personales como la autoestima, que afectan la comprensión y el aprendizaje.
- Control y procesos de autorregulación. De acuerdo con Baker & Brown (1984), estos incluyen: definir claramente los objetivos de la lectura; aclarar los requisitos de la tarea; identificar los elementos clave del mensaje en el texto y enfocar la atención en las ideas principales en lugar de en los detalles.

Los siguientes conceptos se relacionan significativamente con la multimodalidad ya que hacen referencia a la consideración e importancia que dentro de este enfoque metodológico se les otorga a las diferencias individuales relacionadas con los estilos de aprendizaje que particularmente posee cada usuario (estudiante) y con las inteligencias múltiples asociadas a ellos. Incluso lo podemos estructurar en un lenguaje pseudo que nos puede ilustrar un proceso sistemático y autorregulado para la comprensión de la lectura, destacando la interacción entre las características del lector, el texto y la tarea, y las estrategias utilizadas.

Estilos de aprendizaje y estrategias

Nuestro estilo de aprendizaje está directamente relacionado con las estrategias que utilizamos para aprender algo. Una manera de entenderlo sería pensar en nuestro estilo de aprendizaje como la media estadística de todas las distintas estrategias que utilizamos. Nuestro

estilo de aprendizaje se corresponde por tanto con las grandes tendencias, con nuestras estrategias más usadas.

Pero naturalmente, la existencia de una media estadística no impide las desviaciones, o, dicho de otro modo, el que alguien pueda ser en general muy visual, holístico y reflexivo no impide, sin embargo, el que pueda utilizar estrategias auditivas en muchos casos y para ciertas tareas concretas.

Los estilos de aprendizaje y la teoría de las inteligencias múltiples

Una de las teorías más interesantes y sólidas que han surgido en los últimos años es la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner. Gardner describe la inteligencia como el conjunto de habilidades que nos permite resolver problemas o crear productos valiosos en nuestra cultura. Según Gardner, existen ocho tipos principales de capacidades o inteligencias, cada una relacionada con diferentes contextos de producción: la inteligencia lingüística, la inteligencia lógico-matemática, la inteligencia corporal kinestésica, la inteligencia musical, la inteligencia espacial, la inteligencia naturalista, la inteligencia interpersonal y la inteligencia intrapersonal.

Todos desarrollamos las ocho inteligencias, pero en diferentes grados, partiendo de la premisa de que no todos aprendemos de la misma manera. Gardner rechaza la idea de los estilos de aprendizaje y afirma que el modo de aprender de una persona puede variar entre diferentes inteligencias. Por ejemplo, un individuo puede tener una percepción global en la inteligencia lógico-matemática y una forma secuencial al trabajar con la inteligencia musical. Gardner cuestiona la idea de los estilos de aprendizaje como algo fijo e inmutable para cada persona. Sin embargo, si consideramos el estilo de aprendizaje como las tendencias generales de un individuo en el proceso de aprendizaje y aceptamos que estas tendencias no son fijas ni inalterables, sino que están en constante evolución, no hay una verdadera contradicción entre la teoría de las inteligencias múltiples y las teorías sobre los estilos de aprendizaje.

La teoría de las inteligencias múltiples se enfoca en cómo un individuo produce en ciertas áreas y no en otras. Personas con el mismo estilo de aprendizaje pueden aplicarlo para desarrollar diferentes áreas de producción, mientras que individuos con estilos de aprendizaje distintos pueden tener el mismo éxito en la misma área. El concepto de estilos de aprendizaje está estrechamente vinculado a la idea de que el aprendizaje es un proceso activo. Si el aprendizaje se ve como una simple recepción pasiva de información, lo que haga o piense el alumno no tiene mucha relevancia. Sin embargo, si consideramos el aprendizaje como un proceso en el que el receptor elabora la información recibida, queda claro que cada persona interpretará y relacionará los datos en función de sus propias características. De acuerdo con la "Teoría del Aprendizaje Experimental" de David Kolb, cada individuo tiende a utilizar una o varias de las siguientes cuatro etapas en secuencia: Experiencia, Reflexión, Conceptualización y Acción.

3.3 Caso de estudio

Comprobación algorítmica de integración *Blockchain* y SARSA

Por medio de un desarrollo lógico (algorítmico) demostraremos la asociación de SARSA y *blockchain*., observaremos que podemos combinar las funcionalidades de ambos sistemas de manera que SARSA pueda tomar decisiones basadas en el aprendizaje por refuerzo, mientras que *blockchain* registre esas decisiones y resultados de manera segura e inmutable. Para eso consideraremos la gestión de inventario como un proceso operacional, que nos servirá para

demostrar esta integración de tecnología y como ésta apoya el negocio. Para ello se requiere de:

- Definir el entorno y estados. El entorno representa el sistema empresarial (Bodega de activos fijo) para esta demostración. Los estados podrían incluir el nivel de inventario, la demanda proyectada, y las condiciones de suministro en la bodega.
- Definir las acciones. Las acciones podrían ser decisiones como: "reordenar inventario", "reducir inventario" o "mantener inventario actual".
- Inicializar *blockchain*. Configurar una *blockchain* donde cada bloque registra las decisiones (acciones) tomadas, el estado del sistema antes de la acción, y la recompensa obtenida después de la acción.

Algoritmo *Blockchain* (En lenguaje Python)

Este módulo simulado para blockchain incluirá funciones para crear bloques y registrar transacciones.

```
class Blockchain:
    def __init__(self):
        self.chain = []
        self.create_block(previous_hash='0') # Crear el bloque génesis
    def create_block(self, state, action, reward, next_state, previous_hash='0'):
        block = {
            'index': len(self.chain) + 1,
            'state': state,
            'action': action,
            'reward': reward,
            'next_state': next_state,
            'previous_hash': previous_hash,
        }
        block['hash'] = self.hash_block(block)
        self.chain.append(block)
        return block
    def hash_block(self, block):
        import hashlib
        block_string = str(block['state']) + str(block['action']) + str(block['reward']) +
str(block['next_state']) + str(block['previous_hash'])
        return hashlib.sha 256 (block_string.encode()).hexdigest()
    def record_transaction (self, state, action, reward, next_state):
        previous_hash = self.chain[-1]['hash'] if self.chain else '0'
        block = self.create_block(state, action, reward, next_state, previous_hash)
        print(f"Block recorded: {block}")
# Inicializar el módulo blockchain
blockchain_module = Blockchain()
```

Explicación algoritmo *Blockchain*

El módulo simulado observamos que puede crear bloques que incluyen el estado, la acción, la recompensa y el estado siguiente, y asegura la integridad de los datos con un hash criptográfico .

Algoritmo SARSA (En lenguaje Python)

Se define el entorno y el algoritmo SARSA. Supongamos que estamos gestionando un inventario con un número limitado de estados y acciones.

```
import numpy as np
# Parámetros del algoritmo SARSA
alpha = 0.1 # Tasa de aprendizaje
gamma = 0.9 # Factor de descuento
epsilon = 0.1 # Parámetro de exploración-explotación
num_states = 10 # Número de estados
num_actions = 3 # Número de acciones
# Inicializar la tabla Q
Q = np.zeros((num_states, num_actions))
# Función para seleccionar una acción basada en la política epsilon-greedy
def choose_action(state):
    if np.random.rand() < epsilon:
        return np.random.choice(num_actions) # Explorar
    else:
        return np.argmax(Q[state, :]) # Explotar
# Simulación de un paso del entorno
def environment_step(state, action):
    # Función simulada para el entorno
    # En un caso real, aquí se actualizarían el estado y recompensa basado en la acción
    next_state = (state + action) % num_states
    reward = np.random.randn() # Recompensa aleatoria para demostración
    done = np.random.rand() < 0.1 # Termina el episodio con una probabilidad del 10%
    return next_state, reward, done
# Inicializar blockchain (usaremos un módulo simulado más adelante)
import blockchain_module # Suponiendo que existe un módulo para manejar blockchain

# Entrenamiento del algoritmo SARSA
for episode in range(100): # Número de episodios
    state = np.random.randint(0, num_states) # Estado inicial aleatorio
    action = choose_action(state)
    while True:
        next_state, reward, done = environment_step(state, action)
        next_action = choose_action(next_state)
        # Actualización de la tabla Q
        Q[state, action] += alpha * (reward + gamma * Q[next_state, next_action] - Q[state,
action])
        # Registro en blockchain
        blockchain_module.record_transaction(state, action, reward, next_state)
```

```
# Transición al siguiente estado
state = next_state
action = next_action
if done:
    break
```

Explicación algoritmo SARSA

El algoritmo aprende de la interacción con el entorno y actualiza la tabla Q. Cada decisión y su impacto se registran en la *blockchain* para el control.

4. Resultados de investigación

Se puede ver que la integración de los algoritmos de SARSA y *blockchain* representa un avance significativo en la optimización y seguridad de procesos empresariales ayudando en la toma de decisiones y en mejoramiento del modelo de negocio, esto lo vemos demostrado en el proceso de inventario que sirvió como ejemplo. SARSA es un algoritmo de aprendizaje por refuerzo que permite a un agente tomar decisiones secuenciales en un entorno dinámico que son características propias de diseños organizacionales, con la intención de maximizar una recompensa acumulada, que en términos empresariales tiene que ver con la eficacia productiva y la mejora en los procesos de gestión.

Esta funciona actualizando su función de valor basada en la experiencia acumulada a lo largo de la interacción con el entorno, y si hacemos una relación conceptual y en lenguaje empresarial esta representa un círculo de mejora basada en el indicador asociado o donde se implementó SARSA. Por otro lado, *blockchain* es una tecnología que asegura la integridad, transparencia, auditabilidad e inmutabilidad de los datos mediante una estructura descentralizada de registros y su comportamiento, lo cual ayuda con el control de los indicadores empresariales. Cada transacción en una *blockchain* se agrupa en bloques que están criptográficamente enlazados entre sí, creando un registro seguro y auditable de todas las acciones y datos almacenados.

En el ejemplo., el Sistema de Gestión de Inventarios (Bodega de Activos Fijos), SARSA puede utilizarse para ajustar dinámicamente los niveles de stock en función de la demanda y otras variables. Cada acción tomada por SARSA, como la decisión de reordenar inventario o ajustar los niveles, se registra en una *blockchain*. Esto garantiza que todas las decisiones se documenten o se transaccione de manera segura, permitiendo auditorías precisas y la verificación de la integridad de los datos. La integración permite que las decisiones del algoritmo SARSA sean rastreables, trazables y verificables, aumentando la confianza en el proceso de toma de decisiones y proporcionando un mecanismo robusto para la gestión y resolución de problemas. Además, al registrar las decisiones en una *blockchain*, se reduce el riesgo de manipulación de datos y se mejora la trazabilidad, lo que es crucial en entornos altamente regulados o en aquellos donde la transparencia y control de procesos empresariales es fundamental.

Conclusiones

La integración de SARSA y *blockchain* se representa como una oportunidad en crear o mejorar modelos de negocios de forma significativa, y podría ser considerada como una evolución en la forma en que las empresas optimizan, transparentan y gestionan sus procesos

empresariales. SARSA, es un algoritmo de aprendizaje por refuerzo asociado a la IA, que permite a los modelos y sistemas adaptarse. Tiene como resultado la mejorar continuamente en función de las recompensas o cambios obtenidos durante la interacción con el entorno. Este enfoque es particularmente útil en entornos dinámicos donde las decisiones deben ajustarse constantemente para maximizar los beneficios como es el caso de las empresas. Por otro lado, la tecnología *blockchain* asegura la integridad, trazabilidad y transparencia de los datos a través de un sistema descentralizado de registros en cualquier unidad del diseño organizacional. La combinación de estas dos tecnologías ofrece un potencial considerable para transformar la el modelo de negocio o su gestión empresarial en diversas áreas.

SARSA es conocido por su capacidad para aprender y optimizar decisiones en tiempo real. Al utilizarla, las empresas pueden ajustar dinámicamente sus estrategias en función de los resultados obtenidos, mejorando así la eficiencia y efectividad de sus administraciones u operaciones. La integración con *blockchain* agrega un reforzamiento adicional de seguridad al proceso de toma de decisiones. Al trabajar en conjunto cada acción o aprendizaje de SARSA, junto con el estado del sistema y la recompensa obtenida, puede ser registrada de manera segura en la *blockchain*. Esto no solo garantiza que las decisiones y los resultados sean inmutables y verificables, sino que también proporciona un mecanismo de control y auditoría robusto. La transparencia proporcionada por *blockchain* permite a las empresas y a sus directivos revisar y verificar el comportamiento completo de cambios o decisiones, lo que es fundamental para mantener la operatividad eficiente y la integridad de los procesos o modelos.

La sinergia entre SARSA y *blockchain* no solo mejora la optimización y la seguridad, sino que también ofrece una solución integral para una serie de desafíos empresariales. Aunque la integración de SARSA y *blockchain* ofrece numerosas ventajas, también presenta desafíos que deben ser abordados, entre ellos la implementación de *blockchain* puede requerir recursos significativos y una infraestructura adecuada para garantizar su funcionamiento eficiente. Además, la integración con SARSA debe ser cuidadosamente diseñada y robusta para asegurar que el sistema sea capaz de manejar el volumen y la complejidad de los datos generados en donde encontrara el mayor beneficio para la organización. Es crucial considerar estos factores y desarrollar soluciones técnicas y gestión adecuadas para maximizar los beneficios de la integración de ambas tecnologías en la organización.

A medida que las tecnologías evolucionan, la integración de SARSA y *blockchain* tiene el potencial de ofrecer aún más beneficios y también la modificación o creación de nuevos modelos de negocio. Para discusión futura u otra investigación, debemos considerar la evolución de los algoritmos de aprendizaje por refuerzo y las innovaciones en *blockchain* que podrían llevar a nuevas formas de optimización empresarial y seguridad en los datos. La investigación continua y el desarrollo en estas áreas serán clave para descubrir y aprovechar nuevas aplicaciones y mejoras. En definitiva, la combinación de SARSA y *blockchain* ofrece una solución poderosa para enfrentar los desafíos actuales en la gestión empresarial y la creación de nuevos modelos de negocios basados en datos fidedignos. Al aprovechar la adaptabilidad y la optimización proporcionadas por SARSA y la seguridad y transparencia ofrecidas por *blockchain*, las empresas pueden lograr una gestión más eficiente, trazable y confiable de sus procesos administrativos y operacionales.

Referencias

- Acs, Z. J., & Audretsch, D. B. (1988). Innovation in large and small firms: An empirical analysis. *American Economic Review*, 78(4), 678-690. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/1811167>
- Arrow, K. J. (1962a). The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, 29(3), 155-173. <https://doi.org/10.2307/2295952>
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. 2ª edición*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Baker L., & Brown A. (1981). Metacognitive and the Reading process. En D. Pearson (ed.), *Handbook of Reading research*. New York: Plenum
- Beck, R. A. (2017). Blockchain Technology in Business and Information Systems Research: Status Quo and Future Directions. *Journal of the Association for Information Systems*, 59(10), 1020-1034. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/321084405_Blockchain_Technology_in_Business_and_Information_Systems_Research
- Foster, J. (2005). From simplistic to complex systems in economics. *Cambridge Journal of Economics*, 29, 873-892. Obtenido de https://espace.library.uq.edu.au/data/UQ_10262/econ_dp_335_oct0.pdf?Expires=1724747888&Key-Pair-Id=APKAJKNB4MJBNC6NLQ&Signature=HHwgr1lpdA8XYgkJMe9eA-4pDXOj4NjA7ipKkUWoh9jOsAZI1nThdejeMZwtjFZq3IFPYh8PocdXiEVNIxQECixAUYCRG90j69GwRrdJvLhuBeHmcBIWXymMorXU6zpUlkjJMSpFZ5qgohH4KtJHXGKUVWm6pjSV--HLBC-GI7CYGukxANEG39AqUT2Hfs0w18CzrnZaR7qnlEmSPk0SgWW5g8kr-wBZxNDL9mL7D0gOO2GjORQWA7BU892eDD3sdC0hd1k9KO6sPSEyoRIU0LEIAYpjUWwxVOM1PLay~VDw~vPhjOdhKxmVDSimIpylBaQ9B20iNydfC9nDN5Vw
-
- García-Huidobro C. R., Gutiérrez G. M., & Condemarin G. E. (1997). *A estudiar se aprende. Metodología de estudio, sesión por sesión*. Santiago de Chile: ediciones Universidad Católica de Chile.
- Gardner H. (1995). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. España. Paidós.
- Goodman, K. (1982). El proceso de la lectura: consideraciones a través de las lenguas y del desarrollo. En Ferreiro y Gómez Palacio. *Nuevas perspectivas sobre los procesos de lectura y escritura*. México: Siglo XXI.
- Hayek, F. A. (1945). The use of knowledge in society. *American Economic Review*, 35, 519-530. Obtenido de <https://www.econlib.org/library/Essays/hykKnw.html>

- Henderson, R. M., & Clark, K. B. (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, 35, 9-30. doi: <https://doi.org/10.2307/2393549>
- Iansiti, M. & Lakhani, K. R. (2017). The truth about blockchain. *Harvard Business Review*, 118-127. Obtenido de <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>
- Irfan, A., Khan, M. G., Amin, A. A., Mohsin, S. A., Adnan, M., & Zulfiqar, A. (2022). Model-Based Design, HIL Testing, and Rapid Control Prototyping of a Low-Cost POC Quadcopter with Stability Analysis and Control. *Complexity*, 2022. Obtenido de <https://doi.org/10.1155/2022/1492170>
- Kaldor, N. (1972). The irrelevance of equilibrium economics. *Economic Journal*, 82, 1237-1255. Obtenido de <https://doi.org/10.2307/2231304>
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: experience as a source of learning and development*. US: Prentice-Hall
- Krugman, P. (1994). Complex landscapes in economic geography. *American Economic Review*, 84, 412-447. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/2117869?origin=JSTOR-pdf>
- Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy. *Telecommunications Policy*, 41(10), 1037-1048. doi: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.09.003>
- Laghari, A. A., Wu, K., Laghari, R. A., Ali, M., & Khan, A. A. (2021). A review and state of art of Internet of Things (IoT). *Archives of Computational Methods in Engineering*, 28(1), 1395–1413. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09622-6>
- Li, Z., Bahramirad, S., Paaso, A., Yan, M., & Shahidehpour, M. (2019). Blockchain for decentralized transactive energy management system in networked microgrids. *Electricity Journal*, 32(4), 58–72. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2019.03.008>
- Mansfield, E., Schwartz, M., & Wagner, S. (1981). Imitation costs and patents: An empirical study. *Economic Journal*, 91, 907-918. <https://doi.org/10.2307/2232499>
- Metcalf, J. S., Foster, J., & Ramlogan, R. (2006). Adaptive economic growth. Cambridge. *Journal of Economics*, 30, 7-32. <https://doi.org/10.1093/cje/bei055>
- North, D. C. (1997). Some fundamental puzzles in economic history. En W. B. Arthur, S. N. Durlauf, & D. Lane (Eds.), *The economy as an evolving complex system II* (pp. 223-238). Santa Fe: Westview Press.
- Ríos-Cabrera, P. (1991). Metacognición y comprensión de la lectura. En A. Puente (Dir.) (1991). *Comprensión de la lectura y acción docente*. Madrid: Pirámide.

- Rosser, J. B. (1999). On the complexities of complex economic dynamics. *Journal of Economic Perspectives*, 13, 169-192. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/2647018>
- Shakeri, M., Shayestegan, M., Abunima, H., Reza, S. M. S., Akhtaruzzaman, M., Alamoud, A. R. M., Sopian, K. & Amin, N. (2017). An intelligent system architecture in home energy management systems (HEMS) for efficient demand response in smart grid. *Energy and Buildings*, 138, 154–164. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.026>
- Wang, D., Zhong, D., & Souri, A. (2021). Energy management solutions in the Internet of Things applications: Technical analysis and new research directions. *Cognitive Systems Research*, 67, 1389-0417. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2020.12.009>
- Wang, Y. (2020). Combining Reinforcement Learning with Blockchain for Autonomous Decision-Making in Decentralized Systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2673-2684.
- Yahaya, A. S., Javaid, N., Alzahrani, F. A., Rehman, A., Ullah, I., Shahid, A., & Shafiq, M. (2020). Blockchain-based sustainable local energy trading considering home energy management and demurrage mechanism. *Sustainability*, 12(8), 3385. <https://doi.org/10.3390/su12083385>
- Yang, Q., Wang, H., Wang, T., Zhang, S., Wu, X., & Wang, H. (2021). Blockchain-based decentralized energy management platform for residential distributed energy resources in a virtual power plant. *Applied Energy*, 294, 117026. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117026>
- Young, A. A. (1928). Increasing returns and economic progress. *Economic Journal*, 38, 527-542. <https://doi.org/10.2307/2224097>
- Van-Dijk, T. A. (1980). Macrostructures. *An Interdisciplinary Study of Global Structures in Discourse. Cognition and Interaction*. Hillsdale (Nueva Jersey): Lawrence Erlbaum.