

MÉTODOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADOS AL DESARROLLO DE SISTEMAS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS CENTRADOS EN TÉCNICAS NUMÉRICAS

LIBRO DE INVESTIGACIÓN

Norberto Ulises Roman Concha, Adegundo Mario Cámara Figueroa, Hernán
Noé Espinoza Acero, Rusvelth Paima Paredes, Jesús Alejandro Cortéz
Espinoza, Luis Soto Soto, Adolfo Carlos Jimenez Chura



ISBN: 978-9915-9752-0-7

URUGUAY - 2024



9 789915 975207

Métodos de inteligencia artificial aplicados al desarrollo de sistemas económicos y financieros centrados en técnicas numéricas

Norberto Ulises Roman Concha, Adegundo Mario Cámara Figueroa, Hernán Noé Espinoza Acero, Rusvelth Paima Paredes, Jesús Alejandro Cortéz Espinoza, Luis Soto Soto, Adolfo Carlos Jimenez Chura

© Norberto Ulises Roman Concha, Adegundo Mario Cámara Figueroa, Hernán Noé Espinoza Acero, Rusvelth Paima Paredes, Jesús Alejandro Cortéz Espinoza, Luis Soto Soto, Adolfo Carlos Jimenez Chura, 2024

Primera edición: Diciembre, 2024

Editado por:

Editorial Mar Caribe

www.editorialmarcaribe.es

Av. General Flores 547, Colonia, Colonia-Uruguay.

Diseño de portada: Yelitza Sánchez Cáceres

Libro electrónico disponible en:

<https://editorialmarcaribe.es/ark:/10951/isbn.9789915975207>

Formato: electrónico

ISBN: 978-9915-9752-0-7

ARK: [ark:/10951/isbn.9789915975207](https://editorialmarcaribe.es/ark:/10951/isbn.9789915975207)

Aviso de derechos de atribución no comercial: Los autores pueden autorizar al público en general a reutilizar sus obras únicamente con fines no lucrativos, los lectores pueden usar una obra para generar otra obra, siempre y cuando se dé el crédito de investigación y, otorgan a la editorial el derecho de publicar primero su ensayo bajo los términos de la licencia [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Editorial Mar Caribe firmante N° 795 del 12.08.2024 de la Declaración de Berlín: “Nos sentimos obligados a abordar los desafíos de internet como un medio funcional emergente para la distribución de conocimiento. Obviamente, estos avances podrán modificar significativamente la naturaleza de la publicación científica, así como el sistema existente de aseguramiento de la calidad” (Sociedad Max Planck, ed.. 2003., pp. 152-153).

Editorial Mar Caribe

**Métodos de inteligencia artificial aplicados al desarrollo
de sistemas económicos y financieros centrados en
técnicas numéricas**

Colonia del Sacramento, Uruguay

2024

Sobre los autores y la investigación

Norberto Ulises Roman Concha

uromanc@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-3302-7539>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Adegundo Mario Cámara Figueroa

adegundo.camara@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-5635-7277>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Hernán Noé Espinoza Acero

hespinoza@unsa.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-1054-6299>

Universidad Nacional de San Agustín, Perú

Rusvelth Paima Paredes

rusvelth_paima@unu.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-7261-5854>

Universidad Nacional de Ucayali, Perú

Jesús Alejandro Cortéz Espinoza

jesus.cortez@unas.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0007-3749-9756>

Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú

Luis Soto Soto

lsotos@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-3799-645X>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Adolfo Carlos Jimenez Chura

ajimenez@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-3125-8197>

Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú

Libro resultado de investigación:

Publicación original e inédita, cuyo contenido es resultado de un proceso de investigación realizado antes de su publicación, ha sido revisada por pares externos a doble ciego, el libro ha sido seleccionado por su calidad científica y porque contribuye significativamente en el área del saber e ilustra una investigación completamente desarrollada y completada. Además, la publicación ha pasado por un proceso editorial que garantiza su estandarización bibliográfica y usabilidad.

Índice

Introducción.....	6
Capítulo I.....	8
Inteligencia artificial en el flujo circular de la economía.....	8
1.1 Componentes del flujo circular.....	9
1.1.1 Importancia en la economía moderna.....	10
1.2 Integración de la inteligencia artificial en la economía.....	11
1.2.1 Áreas de influencia.....	11
1.2.2 Impacto en la productividad.....	12
1.2.3 Sectores industriales y las startups.....	14
1.3 Regulaciones, ética y educación.....	17
1.4 Mejora en la Productividad.....	18
1.5 El sistema de contabilidad macroeconómica.....	20
1.5.1 Simbiosis de la Inteligencia Artificial en la contabilidad macroeconómica.....	22
Capítulo II.....	29
Vinculo de la inteligencia artificial con las políticas monetaria y fiscal.....	29
2.1 Políticas Monetarias y Fiscales.....	30
2.1.1 Interacción de la IA con la Política Monetaria.....	32
2.1.2 Impacto de la IA en la Política Fiscal.....	33
2.2 Inteligencia artificial aplicada al sector productivo país.....	38
2.2.1 Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el Sector Productivo ..	39
2.2.2 Innovación, desarrollo continuo y sostenibilidad.....	43
Capítulo III.....	46
Inteligencia artificial aplicada en la oferta y demanda global: Producto Bruto Interno e importaciones de bienes y servicios.....	46
3.1 Oferta y demanda globales: dinámicas.....	47
3.1.1 Producto Bruto Interno (PBI) e Inteligencia Artificial.....	48
3.1.2 Importancia de las importaciones en la economía.....	50
3.2 Macroeconomía del Estado y los métodos de inteligencia artificial.....	53

3.2.1 Fundamentos de la Macroeconomía del Estado	54
3.2.2 Inteligencia Artificial en el Análisis Económico.....	56
3.2.3 Impacto de la IA en la Toma de Decisiones del Estado	57
3.3 Política cambiaria y el uso de redes neuronales artificiales en su medición.....	58
Capítulo IV	63
Métodos numéricos aplicados con software en economía y finanzas	63
4.1 Importancia de los métodos numéricos en economía y finanzas	64
4.1.1 Principios matemáticos básicos y uso de software en economía	65
4.1.2 Aplicaciones en políticas económicas	71
4.2 Matemática financiera: Métodos basados en redes neuronales artificiales	74
4.2.1 Comparativa entre Métodos Tradicionales y Neuronales	76
Conclusiones.....	79
Bibliografía	80

Introducción

La llegada de la inteligencia artificial (IA) en el ciclo económico ha generado una transformación importante en distintos sectores industriales. Al analizar los casos de estudio, es posible reconocer patrones de uso, el efecto en las empresas emergentes y una diversidad de aciertos y errores; sin embargo, se necesita examinar el sesgo de la IA en relación con los principios reales de la economía keynesiana y las variaciones a lo largo del tiempo.

La implementación de la inteligencia artificial varía considerablemente entre los distintos sectores de la industria, hacia una transformación significativa gracias al rápido avance de la inteligencia artificial (IA). Las startups que forman parte de esta revolución aplican tecnologías de IA como el aprendizaje automático (ML), el análisis predictivo y los algoritmos de optimización para aumentar la eficiencia energética, gestión de la red e integrar fuentes de desarrollo sostenible.

Es crucial que todos los profesionales desde la transdisciplinariedad colaboren para crear políticas que fomenten el uso responsable de la inteligencia artificial en economía y finanzas. Asimismo, la formación y educación en nuevas tecnologías deben ser prioritarias, garantizando que la próxima generación de profesionales esté adecuadamente preparada para aprovechar al máximo las capacidades de la IA. Por lo tanto, el futuro de la inteligencia artificial en el sistema de contabilidad macroeconómica es alentador, pero demanda un enfoque cuidadoso y coordinado. La cooperación entre el sector público y privado será fundamental para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos, dando lugar a una nueva era de innovación y eficiencia en la contabilidad macroeconómica.

Ahora bien, la implantación de simuladores basados en inteligencia artificial para la econometría ofrece profundas oportunidades de mejorar la eficiencia y la precisión, pero también plantea una serie de propuestas que deben ser abordadas con cuidado. La clave para una implementación exitosa reside en encontrar un equilibrio entre la innovación tecnológica y el manejo adecuado de los posibles riesgos asociados.

Estas técnicas numéricas han progresado y se han ajustado a las realidades económicas fluctuantes, pero continúan siendo significativos para comprender la

estructura fundamental del flujo circular en la economía. Sin embargo, el que más destaca es el modelo keynesiano, que según Ros (2011), es la forma común en que los mercados suelen abordar una demanda insuficiente de un bien o servicio, como sucede con el trabajo, a través de una disminución en el precio de ese bien o servicio. En este sentido, el libro difunde teorías, métodos, aplicaciones y análisis de la inteligencia artificial (IA) como agente transformador en el ámbito de la economía y finanzas. Por ende, la incorporación de herramientas avanzadas basadas en IA puede optimizar la manera en que se recogen, procesan y analizan los datos económicos.

La macroeconomía clásica pone un fuerte énfasis en los mercados libres y en la importancia de limitar la intervención gubernamental. En cierta medida, la Gran Depresión de 1929 desafió esta perspectiva, lo que llevó al desarrollo de enfoques alternativos, incluyendo el keynesianismo. La política fiscal y la política monetaria son las principales herramientas que utilizan los gobiernos para regular la economía. Con base en estos postulados, los autores se enfocan en un análisis descriptivo multidisciplinar de la aplicación de métodos de inteligencia artificial y redes neuronales artificiales que coadyuven en la toma de decisiones basadas en datos y evidencias, a partir de representaciones matemáticas de relaciones económicas que facilitan la estimación y prueba de hipótesis sobre variables económicas, estimando parámetros que describen estas relaciones.

Para los autores, uno de los retos más representativos vinculados a la inteligencia artificial es la carencia de un marco regulatorio definido y consistente, pues, la acelerada evolución de la tecnología frecuentemente supera la habilidad de los legisladores para ajustarse y desarrollar políticas eficaces. Por ello, se propone través del uso de software especializado, abordar situaciones que involucran variables interdependientes, ruido en los datos y condiciones de frontera difíciles de caracterizar analíticamente. Un aspecto crucial de este enfoque es su capacidad para procesar grandes cantidades de datos y extraer información útil que puede guiar la toma de decisiones.

Por ende, el uso de redes neuronales artificiales en la matemática financiera ha crecido exponencialmente en las últimas décadas, impulsado por la capacidad de estas tecnologías para manejar grandes volúmenes de datos y encontrar patrones complejos. En cierto modo, a pesar de sus ventajas, existen importantes retos y limitaciones que deben ser considerados. Este libro hace énfasis en dos aspectos cruciales: los aspectos técnicos y los factores económicos que aquejan la implementación de redes neuronales en el ámbito financiero.

Capítulo I

Inteligencia artificial en el flujo circular de la economía

El flujo circular de la economía es un modelo económico que ilustra cómo se interrelacionan los distintos agentes económicos, incluyendo las familias y las empresas, en un sistema de intercambio continuo de bienes, servicios y recursos. Este modelo es fundamental para comprender la dinámica de una economía y sirve como base para los análisis económicos que pueden incluir la influencia de factores emergentes, como la inteligencia artificial. Para Platon et al. (2024) la economía circular se ve como un elemento esencial del desarrollo económico sostenible. La implementación de procesos circulares puede ayudar a avanzar en el cumplimiento de varios objetivos de desarrollo sostenible (ODS), los cuales fueron establecidos en la Agenda 2015 de las Naciones Unidas y se detallaron de manera sistemática en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

En este contexto, los modelos económicos tradicionales han sido la base teórica que fundamenta el flujo circular de la economía. Normalmente, se considera que hay dos actores principales en este modelo: las familias y las empresas. Las familias, que actúan como consumidores, proporcionan factores de producción como trabajo, tierra y capital a las empresas a cambio de ingresos en forma de salarios, rentas e intereses. Por otro lado, las empresas producen bienes y servicios que se ofrecen a las familias y otros mercados, generando una circulación constante de recursos.

Los modelos económicos más conocidos incluyen:

- *Modelo de Adam Smith*: Considerado el padre de la economía moderna, Smith introdujo la idea de la “mano invisible”, donde los mercados se autorregulan y los intereses individuales conducen al bienestar colectivo.
- *Modelo de Friedman*: La macroeconomía se interpreta como la suma de comportamientos microeconómicos dentro de un entorno que busca la optimización, rechazando la idea del equilibrio keynesiano con desempleo como una situación habitual. En el ámbito normativo, la escuela de Chicago se basa en la utilización generalizada del sistema de precios, la propiedad privada y la libertad individual, así como en la búsqueda de soluciones que eviten la intervención del estado, siguiendo la tradición del programa clásico (Argandoña, 1990).

- *Modelo Keynesiano:* John Maynard Keynes argumentó que la economía puede no autoajustarse en períodos de recesión y que la intervención del gobierno es necesaria para fomentar la demanda agregada.
- *Modelo Clásico:* Este modelo se centra en la idea de que los mercados son eficaces en la asignación de recursos y que la economía siempre tiende hacia el pleno empleo a largo plazo.

Estos modelos han evolucionado y se han adaptado a las realidades económicas cambiantes, pero siguen siendo relevantes para entender la estructura básica del flujo circular en la economía. Pero, el que más resalta es el modelo keynesiano, que según Ros (2011), es la manera habitual en que los mercados suelen resolver una demanda insuficiente de un bien o servicio, como es el caso del trabajo, es mediante una reducción en el precio de dicho bien o servicio. Una disminución en el precio fomenta la demanda y disminuye la oferta hasta que ambas se equilibran más o menos entre sí. La rigidez a la baja de los salarios obstaculiza que esto suceda rápidamente cuando hay una demanda insuficiente de trabajadores.

1.1 Componentes del flujo circular

El flujo circular de la economía se compone de varios elementos clave que ilustran cómo interactúan los diferentes actores económicos. *“Una economía circular es reconstituyente y regenerativa por diseño, y se propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos. El concepto distingue entre ciclos biológicos y ciclos técnicos”* (Cerdá y Khalilova, s/f, p. 12). Los principales componentes son:

- *Familias:* Actúan como consumidores de bienes y servicios y proveedores de los factores de producción. Su gasto es crucial para mantener la economía en movimiento.
- *Empresas:* Producen bienes y servicios utilizando los factores de producción proporcionados por las familias. Las empresas generan ingresos que permiten la distribución de salarios, dividendos a las familias.
- *Mercados de bienes y servicios:* Donde se lleva a cabo la compra y venta de productos. Este es el lugar donde las empresas y familias interactúan directamente.
- *Mercados de factores de producción:* Donde las familias ofrecen factores como el trabajo y el capital, y las empresas los adquieren para la producción.

- *Gobierno:* Juega un papel central en el flujo circular mediante ingresos fiscales y gastos a través de políticas económicas. Las intervenciones del gobierno pueden corregir ineficiencias del mercado y promover el bienestar social.

A través de estos componentes, el flujo circular de la economía asegura que cada sector esté conectado y que el intercambio de bienes, servicios y dinero fluya sin interrupciones. Este modelo simplifica la complejidad de la economía y permite a los economistas analizar y predecir comportamientos económicos. Como lo exponen Solis y Cruz (2021), en el flujo circular no existen decisiones intertemporales por parte de los agentes que garanticen la acumulación de ahorro para respaldar la inversión; de hecho, en este flujo, la inversión representa la porción de la producción del periodo que se destina a cubrir el desgaste de los bienes de capital empleados, de manera que el nivel de producción se mantenga constante de un periodo a otro.

1.1.1 Importancia en la economía moderna

En la economía moderna, el flujo circular adquiere un significado aún más profundo. A medida que la economía global se hace más compleja y se introduce tecnología innovadora, como la inteligencia artificial, el flujo circular se vuelve dinámico y multifacético. La interconexión entre los diferentes actores y mercados se ve acelerada por:

- *Globalización:* La economía mundial está interrelacionada, lo que significa que un cambio en el consumo en un país puede afectar a otros en distintas partes del mundo.
- *Avances tecnológicos:* La innovación afecta tanto a la producción como al consumo. La IA y la automatización permiten a las empresas optimizar sus procesos y a las familias acceder a productos y servicios de manera más eficiente.
- *Sostenibilidad y producción:* Crece la conciencia sobre la sostenibilidad, lo que genera cambios en el consumo y en los métodos de producción, influyendo en el flujo circular.

La importancia del flujo circular en la economía moderna radica en su capacidad para ilustrar la relación interdependiente entre los diferentes actores económicos y sus roles dentro del sistema. Entender esta interconexión puede ayudar a los responsables de políticas a formular estrategias que promuevan un crecimiento económico sostenible y una distribución más justa de los recursos. En general, el flujo circular de la economía es un concepto esencial para

comprender cómo funcionan las economías modernas. A través del análisis de los modelos económicos tradicionales, sus componentes y su importancia contemporánea, se puede apreciar la relevancia de este modelo en un mundo que sigue evolucionando.

1.2 Integración de la inteligencia artificial en la economía

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en un componente crucial en el desarrollo y la transformación de las economías modernas. Su integración en diversos sectores económicos ha transformado la forma en que las empresas operan, a su vez ha generado nuevos modelos de negocio y oportunidades para el crecimiento económico.

Para Cornejo (2023), aunque la inteligencia artificial ha mostrado ser ventajosa para ciertas compañías, todavía no ha ocasionado un cambio significativo en el empleo. No obstante, numerosos especialistas anticipan que, en un futuro próximo, la IA transformará de manera radical el funcionamiento de las empresas, lo que de igual forma influirá en el entorno laboral.

1.2.1 Áreas de influencia

La mejora de procesos mediante la inteligencia artificial también abarca la administración de recursos humanos, donde los algoritmos asisten en la elección y reclutamiento de talento. La IA puede examinar currículos y entrevistas, detectando las habilidades y competencias más importantes para el éxito en un cargo, lo que no solo reduce el tiempo para los departamentos de recursos humanos, sino que también facilita la identificación del candidato más idóneo para cada puesto (Castro, s/f). La IA ha encontrado aplicaciones en múltiples sectores, influyendo en diversas áreas como:

- *Sector financiero:* Los algoritmos de IA se utilizan para la detección de fraudes, la evaluación de riesgos y el desarrollo de modelos predictivos que ayudan a las instituciones financieras a ofrecer productos más eficientes y personalizados.
- *Gestión de la salud:* En el ámbito de la salud, la IA permite el análisis de grandes volúmenes de datos, ayudando en diagnósticos tempranos y en el descubrimiento de nuevos medicamentos. Los sistemas de IA también se utilizan en la telemedicina y en la gestión de hospitales.

- *Comercio y marketing:* Las empresas han adoptado la IA para personalizar la experiencia del cliente, optimizar el manejo de inventarios y predecir tendencias de consumo.
- *Manufactura inteligente:* La automatización industrial ha avanzado significativamente gracias a la IA, lo que ha permitido una producción más eficiente. La robótica avanzada, junto con la IA, está transformando la manufactura tradicional, haciendo que sea más flexible y adaptable a las necesidades del mercado.
- *Transporte y logística:* En la industria del transporte, la IA está detrás del desarrollo de vehículos autónomos y sistemas de gestión de tráfico. En la logística, permite optimizar rutas y gestionar cadenas de suministro de manera más efectiva.

1.2.2 Impacto en la productividad

La incorporación de la IA en el flujo de trabajo ha demostrado tener un impacto significativo en la productividad de las empresas. Gracias a su capacidad para procesar y analizar grandes cantidades de datos en tiempo real, la IA permite a las organizaciones tomar decisiones más rápidas y precisas. Esto se traduce en:

- *Reducción de costos:* La automatización de tareas repetitivas y la optimización de procesos ayuda a reducir costos operativos.
- *Eficiencia mejorada:* Los sistemas de IA pueden realizar tareas que antes requerían la intervención humana, permitiendo que los empleados se concentren en tareas más estratégicas.
- *Aumento de la rapidez de respuesta:* Las empresas pueden responder más velozmente a las demandas del mercado, adaptándose a cambios inesperados y aprovechando nuevas oportunidades.

Empero, este aumento de la productividad también plantea interrogantes sobre el futuro del empleo y la necesidad de reentrenamiento de la fuerza laboral. La IA no se limita solo a automatizar tareas, es decir, impulsa la innovación en modelos de negocio y productos. Su capacidad para analizar datos y encontrar patrones permite a las empresas identificar oportunidades de innovación que antes no eran evidentes. Entre las áreas donde la innovación se ha visto acelerada se incluyen:

- *Desarrollo de nuevos productos:* La IA ayuda a las empresas a innovar en productos y servicios, basándose en la información derivada del análisis de hábitos de consumo y preferencias del mercado.
- *Nuevas soluciones tecnológicas:* La colaboración entre empresas tecnológicas y tradicionales ha llevado al surgimiento de soluciones innovadoras, como la inteligencia artificial aplicada a la sostenibilidad y a la conservación del medio ambiente.
- *Transformación de modelos de negocio:* Muchas empresas han tenido que adaptarse a un entorno cambiante, y la IA les ha permitido explorar nuevos modelos de negocio, como el modelo de suscripción o la economía colaborativa.

“Muchas luces, pero también algunas sombras”, aunque parece evidente que la inteligencia artificial jugará un papel crucial en el futuro y que la toma de decisiones fundamentada en datos será fundamental, hay ciertos inconvenientes que debemos abordar (El País, 2024).

- *Desempleo tecnológico:* La automatización puede llevar a la pérdida de empleos en ciertas áreas. Es fundamental abordar la necesidad de reentrenamiento y educación en la fuerza laboral para prepararlos para las nuevas competencias requeridas.
- *Ética y sesgo:* La IA puede perpetuar sesgos existentes si los datos utilizados para entrenarla son sesgados. Esto plantea preguntas sobre la ética en la toma de decisiones automatizadas y la necesidad de regulaciones más estrictas.
- *Privacidad de datos sensibles:* La recolección de datos para alimentar sistemas de IA suscita preocupaciones sobre la privacidad de los consumidores. Es vital establecer marcos legales que protejan esta información.
- *Desigualdad en la ejecución:* La adopción desigual de tecnologías de IA puede aumentar la brecha entre empresas y naciones que pueden acceder a estas tecnologías y aquellas que no.

Por lo tanto, la unificación de la inteligencia artificial en la economía representa un cambio transformador que conlleva tanto grandes oportunidades como debilidades. Las empresas deben navegar por esta nueva realidad con cuidado, asegurando que las ventajas de la IA se distribuyan de manera equitativa y ética. A medida que avanzamos hacia un futuro en el que la IA se convierte en un elemento central de nuestras economías, la adaptación y la educación serán claves para maximizar su potencial y minimizar sus riesgos.

La irrupción de la inteligencia artificial (IA) en el flujo circular de la economía ha propiciado un cambio significativo en diversos sectores industriales. Al explorar los casos de estudio, se pueden identificar patrones de aplicación, el impacto en las empresas emergentes y una variedad de éxitos y fracasos, no obstante, debe hacerse una revisión del sesgo de la IA con los postulados reales de la economía keynesiana y las fluctuaciones en el tiempo.

Ahora bien, desde la economía clásica De Carvalho (1992), las finanzas son una operación mucho más complicada que simplemente actuar como intermediario del ahorro o del capital. Las finanzas generan y reparten liquidez. Es fundamental destacar la relevancia de una afirmación clara respecto al concepto de tiempo. Hasta que no se aborde de manera explícita este concepto, no será posible examinar el tema de los cambios en el sistema económico.

1.2.3 Sectores industriales y las startups

La implementación de la inteligencia artificial varía considerablemente entre los distintos sectores de la industria, hacia una transformación significativa gracias al rápido avance de la inteligencia artificial (IA). Las startups que forman parte de esta revolución aplican tecnologías de IA como el aprendizaje automático (ML), el análisis predictivo y los algoritmos de optimización para aumentar la eficiencia energética, mejorar la gestión de la red e integrar fuentes de energía renovables (Mohammadi et al., 2024).

Las soluciones basadas en IA posibilitan una predicción más exacta de la demanda, un monitoreo en tiempo real y procesos de toma de decisiones automatizados, lo que mejora notablemente la eficiencia operativa y la sostenibilidad. Entre los sectores industriales más impactados:

- *Manufactura y automatización:* La IA se utiliza principalmente para optimizar procesos, mejorar la calidad del producto y reducir costos. Las fábricas inteligentes, equipadas con robots y sistemas de aprendizaje automático, han demostrado mejorar significativamente la eficiencia operativa mediante el mantenimiento predictivo y la automatización de tareas repetitivas.
- *Salud pública:* En el ámbito sanitario, la IA se aplica en diagnósticos médicos, desarrollo de tratamientos personalizados y gestión de datos. Algoritmos que analizan grandes volúmenes de datos médicos permiten identificar patrones que bajan la tasa de errores en diagnósticos y, en consecuencia, mejoran el servicio al paciente.

- *Finanza y toma de decisiones:* La industria financiera se beneficia de la IA a través del análisis de riesgos, la detección de fraudes y el asesoramiento financiero automatizado. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar patrones de comportamiento y predecir tendencias de mercado, permitiendo a los inversores tomar decisiones más informadas.
- *Comercio minorista:* La inteligencia artificial transformó la experiencia de compra mediante el análisis de preferencias de los consumidores y la optimización de inventarios.

Las startups juegan un papel crucial en la gestión con IA generativa del flujo circular de la economía. Este ecosistema de innovación acelera el desarrollo de nuevas tecnologías y promueve la adaptabilidad en sectores existentes.

- *Innovación continua:* Las startups están constantemente buscando formas innovadoras de aplicar la IA a problemas específicos de la industria. Estas empresas suelen ser más ágiles y pueden adoptar tecnologías emergentes más rápidamente que las grandes corporaciones.
- *Colaboraciones y alianzas:* Muchas startups forman alianzas estratégicas con empresas establecidas. A través de estas colaboraciones, las startups pueden acceder a recursos y conocimientos, mientras que las empresas más grandes se benefician de la innovación rápida y fresca.
- *Atracción de inversión:* El auge de la IA ha llevado a un aumento en la inversión en startups tech. Los inversores están cada vez más interesados en empresas que utilizan IA para ofrecer soluciones escalables, lo que ha generado un entorno competitivo y dinámico.

El papel de las startups en el incremento del uso de la IA es fundamental, ya que inyectan creatividad y visión a la economía, a veces incluso transformando industrias enteras en el proceso. A medida que la inteligencia artificial se integra en el flujo circular de la economía, han surgido tanto éxitos como fracasos en la aplicación de esta tecnología. La inteligencia artificial (IA) ha comenzado a redefinir los contornos de la economía a través del flujo circular, creando nuevas oportunidades (Peñalver e Isea, 2024). Al mirar hacia el futuro, tres aspectos importantes emergen: la evolución tecnológica, las regulaciones y la ética, y el papel de la educación. Comprender estas dimensiones es esencial para la adaptación de las empresas y los trabajadores, también para optimizar el impacto positivo de la IA en la economía.

La evolución tecnológica es un fenómeno en constante cambio que está modelando el futuro de la inteligencia artificial y su integración en el flujo circular de la economía:

- *Aprendizaje automático avanzado:* Las técnicas de aprendizaje profundo continuarán evolucionando, permitiendo que las máquinas realicen tareas cada vez más complejas. Esto mejorará la eficiencia y abrirá nuevas posibilidades de innovación en sectores como la salud, la agricultura y la manufactura.
- *IA explicativa:* A medida que la IA se convierte en una parte integral de la economía, la necesidad de sistemas que produzcan resultados automatizados, que puedan explicar sus procesos, se hace vital. La IA explicativa ayudará a aumentar la confianza en las decisiones automatizadas.
- *Interacción humano-computadora:* Las interfaces de usuario seguirán transformándose, combinando la realidad aumentada y virtual con la IA para facilitar una interacción más intuitiva. En términos generales, las interfaces adaptativas pueden considerarse aplicaciones interactivas que cuentan con un sistema de restricciones, donde los componentes visibles para el usuario y su contenido dependen del modelo de usuario, del dispositivo, entre otros factores.

Para Abascal y Moriyón (2022), la estructura misma de la interfaz puede modificarse en función de las dependencias existentes y no solo se limita al contenido de sus componentes. Al igual que en el caso anterior, se puede interpretar como un conjunto de reglas que establecen los criterios a tener en cuenta para generar la información que se debe mostrar al usuario y las interacciones posibles en cada momento.

- *Sostenibilidad:* La IA tiene el potencial de transformar la economía hacia un modelo más sostenible. Las aplicaciones en eficiencia energética y la gestión de recursos pueden contribuir significativamente a lograr los objetivos globales de sostenibilidad.

La sinergia entre la evolución tecnológica y el flujo circular de la economía puede resultar en un aumento de la productividad y una mejora en la calidad de vida. En cierto modo, también se deben tener en cuenta las consecuencias de esta evolución, como la posibilidad de desplazamiento laboral y la polarización económica.

1.3 Regulaciones, ética y educación

La implementación de tecnologías de IA plantea preguntas cruciales sobre las regulaciones y la ética, en la medida que la IA sea más predominante en la economía, por ende, será necesario establecer un marco regulatorio que garantice su uso responsable. Los aspectos a considerar incluyen:

- *Privacidad de datos:* Con la creciente cantidad de datos que alimentan los sistemas de IA, la protección de la privacidad se convierte en una prioridad. Las regulaciones deberán asegurar que se manejen datos sensibles de manera ética y responsable.
- *Responsabilidad y sesgo:* Las decisiones tomadas por sistemas de IA pueden estar sujetas a sesgos inherentes, lo que podría perpetuar desigualdades existentes. Se necesitan normas claras para garantizar que los sistemas sean justos y transparentes.
- *Impacto en el empleo:* La automatización impulsada por la IA podría resultar en la disminución de ciertos tipos de empleos. Las políticas deberán abordar la transición laboral, incluyendo la reeducación de los trabajadores desplazados y la creación de nuevas oportunidades.
- *Liderazgo global en regulaciones:* A medida que diferentes países adoptan diversas regulaciones, será esencial desarrollar un marco global coherente para la IA. Esto ayudará a las empresas a operar a nivel internacional sin enfrentar barreras debido a la falta de estandarización.

Abordar estas cuestiones éticas y de regulación fomentará un desarrollo más responsable y sostenible de la IA, también ayudará a construir la confianza del público en estas tecnologías. La educación será un pilar fundamental en la preparación para un futuro en el que la inteligencia artificial desempeñará un papel clave en el flujo circular de la economía.

Por lo que Terrones (2022) expone que el sector manufacturero ha experimentado el avance de fábricas inteligentes y sumamente automatizadas que emplean sensores inteligentes, conexión de dispositivos, análisis de datos y automatización de procesos para mejorar la producción. La inteligencia artificial también se aplica para perfeccionar los productos, prevenir defectos y disminuir el tiempo de inactividad no programada. Se anticipa que la industria manufacturera incorpore más inteligencia artificial a medida que la Industria 4.0 progresa, con el fin de ayudar a aumentar la eficiencia y la rentabilidad de las

operaciones de fabricación. Para culminar esta transición de manera efectiva, es necesario reimaginar nuestros sistemas educativos en diversos niveles:

- *Educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)*: Fomentar estas disciplinas en la educación primaria y secundaria puede equipar a las nuevas generaciones con las habilidades técnicas necesarias para comprender y trabajar con la IA.
- *Educación continua y formación profesional*: A medida que la IA evoluciona, también lo hará la naturaleza de muchos trabajos. La educación continua y la capacitación en el lugar de trabajo serán cruciales para que los empleados se adapten a las nuevas tecnologías y continúen siendo aptos en un mercado laboral en transformación.
- *Ética en tecnología*: Incluir temas de ética en la educación tecnológica permitirá a los futuros desarrolladores y empresarios abordar las implicaciones sociales de sus creaciones desde una fase temprana.
- *Colaboraciones entre sectores*: Fomentar colaboraciones entre el ámbito educativo, el sector privado y los gobiernos puede contribuir a crear programas y currículos pertinentes que respondan a las necesidades emergentes del mercado laboral.

Por ende, las perspectivas futuras en la intersección de la inteligencia artificial y la economía se configurarán por la evolución tecnológica, la regulación ética y la educación. Adaptarse y anticiparse a estos cambios será crucial para el crecimiento económico, y garantizar que la IA sirva como una herramienta de progreso y mejora para toda la sociedad. La realidad actual es que la IA no solo mejora la eficiencia económica, redefine las dinámicas entre los diferentes agentes económicos como empresas, consumidores y gobiernos.

1.4 Mejora en la Productividad

La inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta potente para aumentar la productividad en varios sectores. Las empresas pueden optimizar sus procesos productivos mediante el uso de algoritmos que analizan grandes volúmenes de datos. Esto reduce el tiempo de producción, minimiza desperdicios y maximiza la utilización de recursos. La IA abre la puerta a la innovación y a través de su empleo en el sector financiero, son capaces de desarrollar nuevos productos y servicios que antes no eran viables. La personalización es un claro ejemplo de esta innovación:

- *Personalización en masa:* Con el uso de la IA, las empresas pueden ofrecer productos personalizados a gran escala, adaptándose a las preferencias individuales de cada consumidor.
- *Nuevos modelos de negocio:* La IA ha impulsado la creación de modelos de negocio innovadores, como el alquiler de productos en lugar de su compra, permitiendo una economía más circular y sostenible.

La IA está cambiando la naturaleza de la relación entre consumidores y empresas. A través de tecnologías como el análisis de datos y el machine learning, las empresas pueden comprender mejor las expectativas y necesidades de los consumidores. Este conocimiento permite a las empresas:

- *Segmentación avanzada:* Las empresas pueden segmentar a sus consumidores de manera más granular, creando campañas de marketing mucho más efectivas y dirigidas.

Tener acceso a estas herramientas se ha vuelto casi indispensable para numerosas empresas. Algunas lo hacen por presión de la competencia y otras por decisión propia (El País, 2024). Por otra parte, lo que es evidente es que utilizar la inteligencia artificial para asistir a los empresarios en la toma de decisiones tiene un impacto no tan positivo:

- *Desigualdad:* La implementación de la IA podría exacerbar las desigualdades económicas, ya que las empresas más grandes tienen más recursos para invertir en tecnología. Esto puede llevar a que las pequeñas y medianas empresas se queden rezagadas.
- *Desempleo:* La automatización impulsada por la IA puede resultar en la pérdida de empleos, especialmente en sectores donde las tareas son repetitivas y fácilmente automatizables. La transición hacia nuevas oportunidades laborales es fundamental para mitigar este impacto.

El crecimiento de la IA también plantea la necesidad de regulación y un marco ético claro. La transparencia en cómo se utilizan los algoritmos y el acceso equitativo a la tecnología son aspectos cruciales que deben ser considerados. Las empresas deben ser responsables de sus decisiones comerciales y de las implicaciones sociales de las tecnologías que implementan.

- *Políticas gubernamentales:* Los gobiernos deben establecer regulaciones adecuadas que promuevan la innovación mientras protegen los derechos de los consumidores y las entidades más vulnerables.

- *Responsabilidad social corporativa:* Las empresas deben adoptar prácticas de responsabilidad social que consideren el bienestar de la sociedad en consecuencia de sus operaciones con inteligencia artificial.

Entonces entra a tallar la educación como factor decisivo en la adaptación a esta nueva realidad transformada por la IA. La preparación de la fuerza laboral en el presente debe enfocarse en habilidades técnicas relacionadas con la IA, competencias interpersonales y habilidades de pensamiento crítico.

- *Capacitación continua:* Las instituciones educativas y las empresas deben colaborar para ofrecer programas de capacitación continua, permitiendo que los trabajadores adquieran las habilidades necesarias para prosperar en el mercado laboral del futuro.

- *Fomentar la curiosidad intelectual:* La educación debe centrarse en la enseñanza de habilidades técnicas, fomentar la curiosidad y la creatividad, que son esenciales para el desarrollo de soluciones innovadoras. La adaptabilidad de las organizaciones, la responsabilidad ética y la inversión en educación serán elementos clave para garantizar que esta transformación se traduzca en un crecimiento económico inclusivo y sostenible.

En síntesis, la tendencia futura más importante relacionada con la IA generativa en sistemas de producción se refiere a los grandes modelos de lenguaje, los cuales, en un escenario optimista, se prevé que en el futuro se desarrollen modelos con habilidades y nivel cognitivo semejante al del ser humano, a lo que se le denomina IA general (Cenia, 2023).

1.5 El sistema de contabilidad macroeconómica

El sistema de contabilidad macroeconómica es una herramienta fundamental para el análisis y la comprensión de la economía a nivel nacional e internacional. Este sistema proporciona un marco en el que se puede medir la actividad económica, establecer relaciones entre diferentes sectores y evaluar el impacto de políticas económicas. A su vez, es necesario promover la creación de un nuevo régimen regulatorio que considere la interdependencia entre las empresas y los mercados, así como las conexiones entre los mercados de financiamiento a corto plazo y otros instrumentos derivados, junto con los de largo plazo (Abeles et al., 2018).

El sistema de contabilidad macroeconómica se basa en una serie de conceptos y cuentas que reflejan el flujo de bienes y servicios dentro de una economía. Entre los elementos más destacados son:

- *Producto Interno Bruto (PIB)*: Es la medida más común de la actividad económica de un país. Representa el valor total de todos los bienes y servicios producidos en un país durante un período determinado. El PIB se utiliza para comparar el rendimiento económico entre diferentes naciones y a lo largo del tiempo.

- *Cuentas nacionales*: Estas incluyen una serie de cuentas que registran las transacciones económicas entre diferentes sectores de la economía, como hogares, empresas y el gobierno. Las cuentas nacionales permiten a los economistas analizar el ahorro, la inversión y el consumo.

- *Balance de pagos*: Es un registro que refleja todas las transacciones económicas que un país realiza con el resto del mundo. Incluye exportaciones, importaciones, inversión extranjera y transferencias unilaterales. Este balance es crucial para comprender la posición económica de un país en el contexto internacional.

- *Cuentas del sector público*: Estas cuentas muestran cómo se financian y gastan las actividades del gobierno. Incluyen ingresos fiscales, gastos en prestaciones sociales, inversiones en infraestructura y otros indicadores que permiten evaluar la salud financiera de un país.

- *Cuentas exteriores*: Permiten analizar las relaciones económicas de un país con el resto del mundo. Incluyen la balanza comercial, la balanza de capital y la balanza de cuentas corrientes. Esto es esencial para entender el impacto de la globalización y el comercio internacional en la economía interna.

Estos elementos contribuye a la construcción de una imagen detallada de la economía, permitiendo a los responsables de la política económica formular decisiones informadas. El sistema de contabilidad macroeconómica es crítico las cuentas nacionales, oferta y demanda global, estadística sectorial y para la economía global en su conjunto:

- *Toma de decisiones informadas*: A través del análisis de datos macroeconómicos, los gobiernos y las instituciones internacionales pueden tomar decisiones fundamentadas respecto a políticas económicas. Esto incluye medidas fiscales, políticas monetarias y estrategias de desarrollo.

- *Análisis de tendencias:* Permite identificar patrones y tendencias a largo plazo en el crecimiento económico, la inflación, el desempleo y otros indicadores clave. El seguimiento continuo de estos datos es esencial para anticipar posibles crisis económicas y tomar medidas proactivas.
- *Evaluación de políticas:* El sistema de contabilidad macroeconómica proporciona una herramienta para evaluar la efectividad de políticas económicas. Mediante la comparación de datos antes y después de la implementación de una nueva política, los responsables pueden determinar su impacto y realizar ajustes si es necesario.
- *Interdependencia económica:* En un mundo cada vez más globalizado, las economías nacionales están interconectadas. La contabilidad macroeconómica permite a los países entender cómo sus decisiones económicas afectan a otras naciones, lo que es crucial para la cooperación internacional y la formulación de acuerdos comerciales.
- *Transparencia y confianza:* Un sistema de contabilidad sólido promueve la transparencia en la gestión económica. Esto fomenta la confianza de los inversores nacionales y extranjeros, lo cual es esencial para el crecimiento económico. Las economías que presentan datos precisos y accesibles tienden a atraer más inversión extranjera.

Entonces, el sistema de contabilidad macroeconómica es un pilar esencial del análisis y la gestión económica. Sus elementos básicos y su importancia en la economía global permiten a los responsables políticos, economistas y ciudadanos en general comprender mejor la complejidad de las dinámicas económicas en juego, favoreciendo así la creación de un entorno más estable y próspero.

1.5.1 Simbiosis de la Inteligencia Artificial en la contabilidad macroeconómica

La inteligencia artificial (IA) está transformando múltiples sectores, y el ámbito de la contabilidad macroeconómica no es la excepción. La incorporación de herramientas avanzadas basadas en IA puede optimizar la manera en que se recogen, procesan y analizan los datos económicos. Sin embargo, también trae consigo riesgos que deben ser considerados cuidadosamente. Para Corvalán (2018), el objetivo fundamental es garantizar que los sistemas de procesamiento de información y datos utilizados por los sistemas de IA sigan ciertos procesos de calidad para que los resultados sean los deseados, evitando que se obtengan a cualquier precio y asegurando su relación con la arquitectura de la IA. Se busca

mantener ciertos estándares o principios como la consistencia, completitud, corrección y ausencia de redundancia.

Las ventajas de implementar inteligencia artificial y redes neuronales artificiales en la contabilidad macroeconómica son múltiples y significativas. Entre las más relevantes se pueden mencionar las siguientes:

- *Eficiencia en el procesamiento de datos:* La IA puede analizar grandes volúmenes de datos en cuestión de segundos. Esto permite a las organizaciones procesar información de fuentes diversas, como datos fiscales, informes económicos y estadísticas en tiempo real, lo que resulta en una toma de decisiones más rápida y fundamentada.

- *Mejora en la precisión y la reducción de errores:* Los sistemas basados en IA pueden minimizar los errores humanos, que son una fuente común de inexactitudes en la contabilidad. Los algoritmos avanzados de aprendizaje automático pueden identificar y corregir discrepancias en los datos con mayor facilidad, asegurando que la información presentada sea más acertada y fiable.

- *Predicción de tendencias económicas:* Gracias al análisis predictivo, la IA puede ayudar a las instituciones financieras y a los gobiernos a anticipar fluctuaciones en la economía. Al identificar patrones en datos históricos y actuales, es posible proyectar tendencias futuras, lo cual permite una planificación y políticas económicas más acertadas.

- *Automatización de tareas rutinarias:* La implementación de IA puede liberar a los profesionales de la contabilidad de tareas repetitivas y administrativas, como la entrada de datos y la reconciliación de cuentas. Esto permite a estos profesionales enfocarse en el análisis y en la estrategia, generando un mayor valor añadido.

- *Personalización en la información económica:* La IA puede crear informes y análisis más personalizados para las distintas partes interesadas. Estas herramientas pueden obtener datos específicos que se adaptan a las necesidades de empresas, gobiernos y otras organizaciones, mejorando la relevancia de la información presentada.

A pesar de las ventajas señaladas previamente, la implementación de la inteligencia artificial en la contabilidad macroeconómica también tiene conflictos que deben ser tomados en cuenta:

- *Dependencia tecnológica:* Con un alto nivel de automatización y el uso de algoritmos, hay un riesgo de dependencia excesiva de la tecnología. Esto podría llevar a situaciones donde los profesionales se sientan incapaces de manejar problemas no previstos sin la asistencia de sistemas automáticos, lo que limita su capacidad de juicio crítico.

- *Cuestiones de privacidad y seguridad:* La utilización de grandes volúmenes de datos plantea preocupaciones significativas en términos de privacidad y seguridad de la información. Las instituciones que implementan IA deben asegurarse de que los datos sean protegidos adecuadamente y que se cumplan las normativas correspondientes en relación con el manejo de información sensible.

- *Sesgo algorítmico:* Los algoritmos que alimentan los sistemas de IA pueden estar influenciados por sesgos inherentes en los datos utilizados para su entrenamiento. Esto puede dar lugar a decisiones erróneas o a la solidificación de desigualdades económicas preexistentes. Por lo tanto, es crucial realizar auditorías periódicas de los algoritmos para mitigar este riesgo.

- *Resistencia al cambio:* La implementación de la IA puede generar resistencia por parte de los profesionales de la contabilidad que se sienten amenazados por el cambio tecnológico. Es fundamental proporcionar la capacitación adecuada y fomentar una mentalidad abierta hacia la adopción de nuevas herramientas.

- *Costos de implementación:* La implementación de soluciones de IA puede requerir inversiones significativas en software, hardware y capacitación. Para algunas organizaciones, esto puede ser una barrera que limite su adopción, especialmente en contextos donde los recursos son escasos.

Ahora bien, la implantación de simuladores basados en inteligencia artificial para la contabilidad macroeconómica ofrece profundas oportunidades para mejorar la eficiencia y la precisión, pero también plantea una serie de propuestas que deben ser abordadas con cuidado. La clave para una implementación exitosa reside en encontrar un equilibrio entre la innovación tecnológica y el manejo adecuado de los posibles riesgos asociados.

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en la contabilidad macroeconómica ha generado una serie de estudios de caso que destacan ejemplos de éxito, así como las lecciones aprendidas de estas experiencias. La asunción de la inteligencia artificial (IA) en el sistema de contabilidad

macroeconómica trae consigo una serie de paradigmas éticos y preocupaciones sobre la privacidad que deben ser abordados de manera cuidadosa y responsable. A medida que las organizaciones y los gobiernos adoptan estas tecnologías avanzadas, la forma en que se gestionan los datos y se toman las decisiones se convierte en un tema crítico. Este apartado explora las principales consideraciones éticas y de privacidad asociadas con la utilización de IA en la contabilidad.

Por ello, los aspectos más relevantes al implementar IA en sistemas contables es la necesidad de manejar grandes volúmenes de datos. La recopilación de datos relevantes es fundamental para el análisis de la información, pero plantea interrogantes sobre la fuente y el tipo de datos que se utilizan. La transparencia en la obtención de datos es esencial, y esto incluye:

- Informar a los individuos sobre qué información se está recopilando.
- Garantizar que se obtenga el consentimiento adecuado para el uso de datos personales.
- Implementar políticas claras sobre la retención y eliminación de datos.

El uso indebido o la explotación de datos pueden dar lugar a violaciones de la privacidad y afectar la confianza del público hacia las entidades que gestionan la información. Esto es especialmente crítico en un contexto macroeconómico, donde las decisiones tomadas en base a datos pueden impactar a grandes sectores de la población. Para Sánchez (2022), la IA tiene la capacidad de automatizar la toma de decisiones en el ámbito contable, lo que puede acelerar los procesos y mejorar la eficiencia. Pero, esta automatización también puede llevar a decisiones sesgadas o injustas si los algoritmos no se diseñan o supervisan adecuadamente.

En otro orden de ideas, el marco regulatorio en torno a la IA y la protección de datos es todavía un terreno en evolución. Las leyes, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa, establecen pautas específicas sobre el manejo de datos personales, pero su aplicación en el contexto de la inteligencia artificial aún está desarrollándose. Las organizaciones deben:

- Mantenerse informadas sobre la legislación vigente y futura que afecte el uso de IA en contabilidad.

- Crear políticas internas que estén alineadas con las regulaciones para asegurar el cumplimiento.
- Participar en la formulación de políticas públicas para favorecer un entorno regulador que equilibre la innovación y la protección de derechos.

La implementación de inteligencia artificial en la contabilidad macroeconómica debe ir acompañada de un fuerte compromiso con principios éticos y normas de privacidad. Abordar estas consideraciones es esencial para proteger a los individuos y las organizaciones y, contribuirá a fomentar un entorno más justo y equitativo en el que la tecnología pueda ser una herramienta de mejora social y económica. El desarrollo responsable de la IA, basado en la ética y el respeto por la privacidad, será fundamental para construir un futuro en el que la tecnología y la contabilidad se complementen de manera armónica para la sociedad en su conjunto.

A medida que la tecnología avanza, se espera que su influencia en el ámbito contable se expanda significativamente. Por ende, varias tendencias han comenzado a tomar forma en la intersección de la inteligencia artificial y la contabilidad. Estas tendencias están configurando el futuro de la profesión contable y redefiniendo la manera en que las empresas manejan sus finanzas..

A medida que la tecnología avanza, se anticipa que su impacto en el campo de la contabilidad se amplíe de manera considerable. Este segmento se enfoca en las tendencias emergentes y las proyecciones a largo plazo de la inteligencia artificial en el ámbito contable. En el siglo 21, han surgido diversas tendencias en la intersección entre la inteligencia artificial y la contabilidad (Muñoz, 2014). Estas tendencias están moldeando el futuro de la profesión contable y transformando la forma en que las empresas gestionan sus finanzas.

- *Automatización de tareas repetitivas:* La automatización es una de las aplicaciones más inmediatas de la inteligencia artificial en contabilidad. Las tareas que requieren mucho tiempo, como la entrada de datos, la conciliación bancaria y la preparación de informes financieros, pueden ser realizadas por sistemas de IA, lo que permite a los contadores centrarse en actividades más estratégicas. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden mejorar la eficiencia y reducir errores humanos.

- *Análisis predictivo:* La capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real está redimensionando la manera en que se toman decisiones. Las herramientas de análisis predictivo pueden prever

tendencias financieras, evaluar riesgos sobre el comportamiento del mercado. Esto permite a las empresas ajustar sus estrategias según la evolución del entorno económico.

- *Asesoramiento personalizado:* Con la acumulación de datos sobre los hábitos y preferencias de los clientes, las plataformas de IA pueden ofrecer asesoramiento financiero más personalizado. Las pequeñas y medianas empresas, a menudo carentes de recursos para contratar consultores externos, pueden beneficiarse de soluciones basadas en IA que les ayuden a optimizar su gestión financiera y contable.

- *Regulación y cumplimiento automatizados:* La inteligencia artificial también está facilitando el cumplimiento normativo. Las herramientas basadas en IA pueden rastrear y analizar cambios en las regulaciones y ayudar a las empresas a asegurarse de que cumplen con las normativas fiscales y contables de manera eficiente. Esta automatización reduce el riesgo de sanciones y mejora la capacidad de respuesta frente a auditorías.

- *Inteligencia de negocio en tiempo real:* La capacidad de realizar análisis y reportes en tiempo real se está convirtiendo en una expectativa básica. Los sistemas de contabilidad impulsados por IA pueden generar informes financieros instantáneamente, permitiendo a los gerentes y directivos tomar decisiones informadas sin demora.

Mirando hacia el futuro, las proyecciones sobre el papel de la inteligencia artificial en la contabilidad son optimistas y desafiantes. Se anticipa que la IA transformará radicalmente el panorama contable en varias dimensiones.

- *Evolución de roles profesionales:* A medida que las tareas rutinarias sean asumidas por la IA, el rol de los contadores evolucionará de ser meramente técnico a uno más estratégico. Los contadores del futuro actuarán como asesores de negocio, utilizando la inteligencia artificial para ofrecer información estratégica y análisis de datos que contribuyan al crecimiento y sostenibilidad de la empresa.

- *Mayor colaboración entre humanos y máquinas:* La simbiosis entre humanos y máquinas se convertirá en la norma. En lugar de competir entre sí, los contadores y la inteligencia artificial trabajarán juntos para mejorar la toma de decisiones. La experiencia humana en la interpretación de datos y el contexto empresarial será complementada por la capacidad de la IA para procesar y analizar grandes cantidades de información.

- *Mejora en la capacitación y educación:* Para preparar a los futuros profesionales de la contabilidad, las instituciones académicas deberán actualizar sus programas de estudio para incluir habilidades en análisis de datos y manejo de inteligencia artificial. Esto garantizará que los nuevos contadores estén equipados con las herramientas necesarias para prosperar en un entorno laboral en constante evolución.
- *Desarrollo de regulaciones de ética y privacidad:* A medida que la inteligencia artificial se convierta en una parte integral del sistema contable, surgirán preguntas éticas y de privacidad. Se espera que surjan nuevos marcos regulatorios para garantizar la transparencia y la seguridad en el manejo de datos financieros.
- *Innovaciones en la gestión financiera:* Se prevé que la IA impulse innovaciones que redefinirán la gestión financiera. Desde el uso de blockchain para asegurar transacciones hasta el análisis de big data para identificar oportunidades de inversión, la inteligencia artificial seguirá desempeñando un papel fundamental en la transformación de la contabilidad.

La sinergia entre contadores y tecnología abrirá nuevas oportunidades y cambiará la manera en que entendemos el negocio de las finanzas. La implementación de la inteligencia artificial (IA) en el sistema de contabilidad macroeconómica representa un avance significativo en la forma en que se recopila, analiza e interpreta la información económica. A medida que el mundo avanza hacia una era digital, las herramientas de IA están transformando la contabilidad macroeconómica, ofreciendo soluciones más rápidas, precisas y eficientes.

Es imperativo que tanto los economistas como los legisladores trabajen en conjunto para desarrollar políticas que promuevan el uso responsable de la IA en este ámbito. Además, la educación y la capacitación en nuevas tecnologías deben ser una prioridad, para asegurar que la próxima generación de profesionales esté debidamente preparada para aprovechar al máximo las capacidades de la IA (Arenas de Mesa, 2016). Así, el futuro de la inteligencia artificial en el sistema de contabilidad macroeconómica es prometedor, pero requiere un enfoque cuidadoso y coordinado. La colaboración entre el sector público y privado será esencial para maximizar la utilidad mientras se minimizan los riesgos, creando así una nueva era de innovación y eficiencia en la contabilidad macroeconómica.

Capítulo II

Vinculo de la inteligencia artificial con las políticas monetaria y fiscal

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una de las tecnologías más disruptivas del siglo 21, transformando prácticamente todos los ámbitos de la vida humana, desde la salud hasta la educación y, por supuesto, la economía. En un contexto donde la toma de decisiones económicas es cada vez más compleja y veloz, las políticas monetarias y fiscales no son ajenas a la influencia de la IA. Las economías modernas, interconectadas y globalizadas, demandan herramientas que permitan a los gobiernos y bancos centrales adaptarse rápidamente a las dinámicas cambiantes del mercado, y la inteligencia artificial se presenta como una solución prometedora para enfrentar estos aspectos éticos de la IA.

Las políticas monetarias, que se ocupan de la regulación de la oferta de dinero y las tasas de interés por parte de los bancos centrales, y las políticas fiscales, que se refieren a la gestión de los ingresos y gastos del gobierno, son esenciales para el manejo de la economía de un país (León y de la Rosa, 2005). La utilización de IA en estos ámbitos puede resultar pivotal en varios aspectos. Por un lado, ofrece la posibilidad de analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, lo que permite a los tomadores de decisiones obtener información precisa y detallada acerca de las condiciones económicas. Por otro lado, la IA puede contribuir a la predicción de tendencias económicas y a la identificación de riesgos potenciales, permitiendo una mayor agilidad en la implementación de políticas y en la reacción ante crisis inminentes.

El impacto de la IA en la formulación de políticas monetarias puede observarse, por ejemplo, en el desarrollo de modelos predictivos que permiten anticipar la inflación o el crecimiento económico. Estos modelos, alimentados por datos históricos y actuales, son capaces de ayudar a los bancos centrales a ajustar las tasas de interés de manera más efectiva y a modificar la oferta monetaria en virtud de las proyecciones obtenidas. A su vez, la IA facilita el análisis de tendencias, asegurando que las decisiones tomadas no sean meramente reactivas, sino que estén basadas en una comprensión más profunda de la dinámica continua del entorno económico.

En el ámbito de la política fiscal, la implementación de sistemas basados en inteligencia artificial puede optimizar la manera en que los gobiernos administran sus recursos. La automatización de procesos fiscales, como la recaudación de impuestos o la distribución de ayudas sociales, incrementa la eficiencia de estas operaciones y reduce los costos asociados. Es decir, el uso de asistentes virtuales para la atención al contribuyente puede aliviar la carga en los servicios públicos, mejorando la experiencia del usuario y potenciando la recaudación efectiva.

Las preocupaciones en torno a la privacidad y la seguridad de los datos son fundamentales; es vital que los sistemas que manejan información sensible tengan protocolos robustos para protegerla. Además, la transparencia en el uso de IA se convierte en un requisito esencial. Los ciudadanos deben confiar en que las decisiones políticas basadas en IA son justas y están fundamentadas en criterios éticos.

Resulta evidente que el vínculo entre la inteligencia artificial y las políticas económicas debe ser abordado de manera cuidadosa y reflexiva. A medida que la IA sigue evolucionando, su influencia sobre las decisiones fiscales y monetarias se intensificará, convirtiéndose en una herramienta esencial para lograr una gestión más eficaz y reactiva de las economías contemporáneas.

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una de las áreas más relevantes y transformadoras en el ámbito tecnológico, científico y socioeconómico en las últimas décadas. Para comprender mejor su vinculación con las políticas monetarias y fiscales, es crucial entender sus definiciones, su alcance y su evolución a lo largo del tiempo.

2.1 Políticas Monetarias y Fiscales

Las políticas monetarias y fiscales son dos herramientas clave que los gobiernos y bancos centrales utilizan para gestionar la economía de un país. Aunque ambas buscan el mismo objetivo final: fomentar el crecimiento económico, la estabilidad y el bienestar general de la población, su funcionamiento y aplicación son distintos (Aragón y Ruiz, 2023).

La política monetaria se refiere a las decisiones tomadas por el banco central de un país relacionadas con la cantidad de dinero en circulación y las tasas de interés. Sus objetivos principales son el control de la inflación, la estabilidad del sistema financiero y el fomento del empleo. Las herramientas utilizadas en esta política incluyen:

- *Las tasas de interés:* Al modificar las tasas de interés, el banco central puede influir en el costo del crédito. Un aumento en las tasas hace que pedir prestado sea más caro, lo cual puede reducir el gasto y la inversión, enfriando así la economía. Por el contrario, una disminución facilita el acceso al crédito y puede estimular el crecimiento económico.
- *Operaciones de mercado abierto:* Estas son transacciones en las que el banco central compra o vende bonos del gobierno en el mercado. Al comprar bonos, el banco inyecta dinero en la economía; al venderlos, lo retira.
- *Requerimientos de reserva:* El banco central establece la cantidad mínima de reservas que los bancos comerciales deben mantener, lo cual afecta su capacidad para prestar dinero.

En contraste, la política fiscal se refiere a las decisiones del gobierno sobre el gasto público y la recaudación de impuestos. Sus objetivos son promover el crecimiento económico, redistribuir la riqueza y estabilizar la economía durante ciclos económicos volátiles. Las herramientas de la política fiscal incluyen:

- *Gasto público:* Las inversiones en infraestructura, educación y salud son ejemplos de cómo el gobierno puede estimular a la economía y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.
- *Política impositiva:* Los cambios en las tasas de impuestos afectan el ingreso disponible de los consumidores, así como los recursos disponibles para el gobierno. Una reducción de impuestos puede estimular el consumo, mientras que un aumento puede ser necesario para equilibrar el presupuesto.
- *Transferencias y subsidios:* Estas son ayudas directas a ciertos sectores de la población o a la economía en general, como subsidios a la vivienda o prestaciones sociales, que buscan mitigar desigualdades y apoyar a los más vulnerables.

Una de las diferencias más significativas radica en sus enfoques: mientras que la política monetaria tiende a ser más reactiva y se concentra en el control del dinero y las tasas, la política fiscal es más proactiva en términos de gasto y subsidios directos a la economía. Esto significa que, en tiempos de crisis económica, el banco central puede ajustar rápidamente las tasas de interés o realizar operaciones de mercado abierto, mientras que el gobierno puede tardar más en implementar cambios fiscales debido a la necesidad de consensuar en el ámbito político.

No obstante, en situaciones complejas, como la pandemia del COVID-19, el uso coordinado de ambas políticas se vuelve esencial. Por ejemplo, una baja en las tasas de interés puede ser más efectiva cuando el gobierno también aumenta el gasto público para impulsar la economía. Esta interacción entre políticas monetarias y fiscales puede fomentar un ambiente económico más estable y resiliente.

En tanto, para Elizalde (2003) la política monetaria como la fiscal son herramientas cruciales que, aunque distintas en su naturaleza y aplicación, deben trabajar juntas para alcanzar un desarrollo económico sostenible y equilibrado. Su sinergia es fundamental para enfrentar las políticas económicas contemporáneas, permitiendo a los países adaptarse a escenarios cambiantes y buscar el bienestar general de su población.

2.1.1 Interacción de la IA con la Política Monetaria

La inteligencia artificial (IA) está transformando diversos ámbitos de la economía y la administración pública, y el sector que más se beneficia de esta innovación es la política monetaria. La capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos y extraer patrones útiles está revolucionando la manera en que los bancos centrales y otras instituciones financieras realizan sus operaciones. Los modelos predictivos son herramientas esenciales en el ámbito de la política monetaria, ya que permiten a los economistas y analistas anticipar cambios en variables macroeconómicas como la inflación, el crecimiento del producto interno bruto (PIB) y las tasas de interés. La IA, mediante el uso de algoritmos avanzados y machine learning, ofrece la capacidad de incorporar un array mucho más amplio de datos en estas proyecciones.

- Los modelos tradicionales suelen apoyarse en datos históricos y suposiciones fijas, lo que limita su flexibilidad. Por el contrario, los modelos alimentados por IA pueden ajustar sus predicciones de forma dinámica, integrando información en tiempo real y detectando automáticamente nuevos patrones.
- Las técnicas de aprendizaje automático permiten identificar relaciones complejas entre variables que pueden no ser evidentes en análisis convencionales, lo que mejora la precisión de las predicciones. Esto coadyuva a una mejor planificación de las políticas monetarias y permite una respuesta más ágil ante posibles crisis económicas o cambios bruscos en el entorno financiero.

El análisis de tendencias es otra área donde la IA ha demostrado ser particularmente efectiva. Al analizar grandes conjuntos de datos económicos, la IA puede identificar y seguir tendencias emergentes que podrían señalar cambios inminentes en la economía. Este tipo de análisis es vital para la formulación de políticas monetarias que respondan adecuadamente a la evolución del entorno macroeconómico.

- Mediante algoritmos de análisis de datos, se pueden identificar cambios en el comportamiento del consumidor, patrones de gasto y otros indicadores económicos antes de que se conviertan en tendencias generalizadas.
- El análisis de tendencias permite a los responsables de las políticas monetarias ajustar sus estrategias antes de que ciertos riesgos se materialicen, ofreciendo una ventaja competitiva sobre aquellas instituciones que dependen de métodos de análisis más convencionales.

En general, la optimización de decisiones es un aspecto crucial en la interacción entre la IA y la política monetaria. La IA puede mejorar el proceso de toma de decisiones en los bancos centrales mediante la creación de modelos que consideren múltiples variables y escenarios simultáneamente.

- Los sistemas de IA pueden simular diferentes escenarios económicos: por ejemplo, cómo una subida o baja de las tasas de interés impactaría en la inflación y el crecimiento económico. Esto permite a los responsables de la política monetaria evaluar ampliamente las posibles consecuencias de sus decisiones.
- La toma de decisiones basada en datos permite una estrategia más informada y fundamentada, minimizando así los riesgos asociados a la incertidumbre inherente en la economía.

Por ende, la interacción de la inteligencia artificial con la política monetaria ofrece un potencial significativo para mejorar la eficacia de las políticas económicas. A través de modelos predictivos, análisis de tendencias y optimización de decisiones, los bancos centrales pueden navegar entornos económicos complejos con mayor agilidad y precisión, contribuyendo así a la estabilidad financiera a largo plazo.

2.1.2 Impacto de la IA en la Política Fiscal

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta transformadora en diversas áreas de la economía, y su influencia en la política fiscal no es una excepción. Al integrar sistemas de IA en la gestión fiscal, los

gobiernos pueden mejorar significativamente la eficiencia, automatizar procesos y reducir costos.

La eficiencia en el ámbito fiscal se refiere a la capacidad de los gobiernos para recaudar ingresos y gestionar gastos de manera efectiva. La implementación de IA en los procesos fiscales permite un análisis de datos más sofisticado y preciso (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2024). Gracias a algoritmos avanzados, las entidades gubernamentales pueden analizar grandes volúmenes de información de forma rápida, lo que facilita la identificación de patrones y tendencias en los ingresos y gastos públicos.

- *Análisis Predictivo:* La IA puede predecir fluctuaciones en la recaudación fiscal, lo que permite a las autoridades fiscales ajustar sus expectativas e implementar políticas proactivas. Por ejemplo, modelos predictivos pueden ayudar a prever cambios en los ingresos por impuesto sobre la renta en función de la actividad económica.
- *Detección de Fraude:* Los sistemas de IA también son capaces de analizar transacciones en tiempo real, lo que contribuye a la detección temprana de posibles fraudes fiscales. Al identificar anomalías, los gobiernos pueden actuar rápidamente, protegiendo así los ingresos estatales.

La automatización es una de las contribuciones más significativas de la IA a la política fiscal. Mediante la implementación de sistemas automatizados, se pueden racionalizar numerosas tareas administrativas que requieren tiempo y recursos humanos. Para Benhamou (2022), es esencial determinar y entender en qué formas la IA podría complementar la inteligencia humana, sin reemplazarla. Además, la IA incorpora un elemento fundamental: su naturaleza como tecnología de autoaprendizaje dificulta prácticamente prever hacia dónde se desarrollará, en términos tecnológicos. Su capacidad de innovación y transformación es infinita. Si se permite que la IA actúe de manera autónoma, simplemente no podemos anticipar qué rumbo podría seguir.

- *Declaraciones de Impuestos:* Los contribuyentes ahora pueden presentar sus declaraciones de impuestos a través de plataformas en línea que utilizan IA para guiar a los usuarios, proporcionando información y respuestas automáticas a preguntas comunes. Esto simplifica el proceso para los contribuyentes y reduce la carga administrativa para las autoridades fiscales.
- *Auditorías Automatizadas:* La IA puede llevar a cabo auditorías automáticas de las declaraciones fiscales, identificando rápidamente errores o inconsistencias.

Esto permite a los auditores concentrarse en casos más complejos y de alto riesgo, optimizando el uso de recursos humanos.

- *Gestión de Recursos:* La automatización optimiza la utilización de los recursos en las administraciones fiscales, permitiendo que el personal se enfoque en funciones estratégicas y en la toma de decisiones informadas.

La implantación en las instituciones del Estado de la IA en la política fiscal mejora la eficiencia y automatiza procesos, así como contribuye a la reducción de costos operativos. Menos tiempo y recursos dedicados a tareas manuales significa que se pueden asignar más fondos a áreas críticas como educación y salud.

- *Disminución de Errores:* La automatización y los análisis precisos reducen la probabilidad de errores humanos, que pueden ser costosos y complejos de corregir, lo que a su vez disminuye los costos de auditoría y rectificación.
- *Ahorro en Personal:* Con la automatización de procesos, las administraciones fiscales pueden reducir la necesidad de personal en ciertas áreas, lo que puede llevar a un ahorro significativo en salarios y costos de formación.
- *Eficiencia en la Recaudación:* Una recaudación más eficiente y precisa se traduce en un aumento de los ingresos fiscales, permitiendo que los gobiernos financien sus programas sin necesidad de aumentar la carga tributaria.

Por lo que el impacto de la inteligencia artificial en la política fiscal es innegable. A medida que los gobiernos continúan explorando y adoptando estas tecnologías, se espera que se produzcan mejoras significativas en la eficiencia, la automatización y la reducción de costos, lo que permitirá una gestión fiscal más efectiva y responsable.

La automatización de datos, producto de las políticas monetarias y fiscales trae consigo un conjunto de consideraciones éticas que son fundamentales para garantizar su implementación responsable y efectiva. Estos aspectos abarcan criterios críticos como la privacidad y seguridad, la transparencia y confianza, así como el impacto social que estas tecnologías pueden tener en la vida de las personas.

La IA se basa en grandes volúmenes de datos para aprender y mejorar sus algoritmos, lo que implica la recolección y análisis de información sensible de individuos y empresas. Esto plantea interrogantes críticos:

- *Recolección de Datos:* La necesidad de recopilar datos masivos para entrenar modelos de IA puede entrar en conflicto con las normativas de protección de datos, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa. Es crucial establecer protocolos que protejan la identidad y la información personal de los ciudadanos.
- *Seguridad de la Información:* A medida que más datos financieros se procesan mediante sistemas de IA, la vulnerabilidad a ciberataques se incrementa. Instituciones financieras y gubernamentales deben implementar medidas rigurosas de ciberseguridad para mitigar riesgos y proteger los datos.

La confianza pública en el uso de la IA se ve significativamente afectada si se percibe que los sistemas no son seguros o que la privacidad de los datos no está garantizada. La transparencia en el desarrollo y la implementación de sistemas de IA es esencial para generar confianza tanto a nivel gubernamental como entre los ciudadanos. La complejidad intrínseca de los modelos de IA puede hacer que sus decisiones sean difíciles de entender para usuarios no expertos.

- *Explicabilidad de Algoritmos:* Cuando un modelo de IA toma decisiones que afectan directamente la vida económica de un ciudadano, como la aprobación de un crédito o la determinación de impuestos, es vital que los ciudadanos comprendan cómo se llegó a esas decisiones. La falta de explicaciones puede llevar a malentendidos y desconfianza.
- *Responsabilidad y Rendición de Cuentas:* El uso de IA también plantea cuestiones sobre quién es responsable cuando surgen errores o sesgos en las decisiones automatizadas. Es fundamental establecer lineamientos claros sobre la responsabilidad civil y administrativa, garantizando que las instituciones rendirán cuentas por los impactos de las decisiones impulsadas por IA.

El impacto social del uso de la IA en políticas monetarias y fiscales es otro aspecto crítico que debe ser considerado. La automatización y los procesos basados en IA pueden transformar significativamente la forma en que funcionan las políticas públicas.

- *Desigualdad y Acceso:* La implementación de soluciones de IA puede acentuar las desigualdades existentes si los beneficios no se distribuyen equitativamente. Es susceptible que las plataformas que utilizan IA beneficien desproporcionadamente a las grandes empresas y a los sectores más accesibles, dejando a los más vulnerables en desventaja.

- *Desempleo y Transformación Laboral:* La introducción de IA en procesos económicos puede llevar a la automatización de trabajos, lo que podría resultar en desempleo en sectores específicos. Es crucial que las políticas públicas acompañen estos cambios con iniciativas de reentrenamiento y educación para preparar a la fuerza laboral para nuevas oportunidades en un entorno cada vez más automatizado.

La inteligencia artificial, aunque puede potenciar la efectividad de las políticas fiscales y monetarias, presenta también varios retos éticos que deben ser considerados con atención. Es fundamental priorizar la protección de la privacidad, fomentar la transparencia y tener en cuenta el impacto social durante su implementación.

A medida que gobiernos e instituciones financieras enfrentan problemas complejos en un entorno global en constante cambio, la IA proporciona herramientas innovadoras para mejorar la toma de decisiones y las respuestas (El País, 2021). Empero, es esencial pensar en los dilemas éticos y sociales que surgen en este ámbito, garantizando que la adopción de la tecnología beneficie a todos los sectores de la población.

En el sector banca y finanzas, la IA genera predicciones más acertadas sobre el comportamiento de la economía, las técnicas de machine learning, por ejemplo, pueden utilizarse para identificar patrones en la inflación y el crecimiento económico, lo que ayuda a los responsables de la política monetaria a ajustar sus estrategias proactivamente. Además, la IA puede facilitar la simulación de diferentes escenarios económicos, permitiendo a los bancos centrales evaluar los posibles impactos de sus decisiones antes de implementarlas.

En el ámbito de la política fiscal, la IA también puede revolucionar la forma en que se recaudan impuestos y se distribuyen recursos. Las herramientas de análisis de datos pueden identificar áreas de evasión fiscal y optimizar la supervisión del cumplimiento tributario. Para maximizar los beneficios de la inteligencia artificial en el sistema macroeconómico y reducir sus riesgos, es fundamental que la implementación de dicha tecnología esté guiada por un marco regulatorio y ético. Este marco debe incluir las normas y protocolos necesarios para identificar, prevenir, minimizar y eliminar los sesgos que pueden estar presentes en los algoritmos, así como sus consecuencias negativas (Arguelles, 2024). Esto ayuda a mitigar la pérdida de empleos y los despidos derivados de la automatización, favoreciendo al mismo tiempo la transparencia

al informar sobre el uso de esta tecnología y los códigos fuente empleados. También es esencial garantizar la rendición de cuentas en relación a los resultados y decisiones que surjan del uso de la IA.

La automatización de procesos fiscales, guiada por IA, podría reducir costos operativos y permitir un enfoque más centrado en el contribuyente. La privacidad de los datos se convierte en un tema crítico, ya que la recopilación y el análisis de información sensible deben realizarse con un enfoque que respete los derechos de los individuos. Las políticas deben garantizar que la transparencia y la seguridad de los datos sean prioritarias, construyendo una confianza necesaria entre los ciudadanos y las instituciones. Esto es fundamental para evitar la percepción de un estado de vigilancia que podría socavar la legitimidad de esfuerzos gubernamentales.

Adicionalmente, la implementación de IA debe tener en cuenta las disparidades sociales. La digitalización y las nuevas tecnologías pueden aumentar la brecha entre quienes tienen acceso a la tecnología y quienes no. Por lo tanto, es imperativo que los gobiernos adopten enfoques inclusivos en la implementación de inteligencia artificial en la economía, asegurándose de que no se perpetúen desigualdades existentes (CEPAL, 2024a). Esto puede incluir la formación de habilidades digitales entre la población, garantizando que todos puedan beneficiarse de las innovaciones.

En este sentido, la intersección de la inteligencia artificial con las políticas monetaria y fiscal abre un panorama de oportunidades sin precedentes para la optimización de la gestión económica. En cierta medida, este avance debe ser acompañado de un marco ético y legal robusto que garantice la protección de los derechos individuales y busque un impacto social positivo. Los gobiernos y las instituciones deben ser proactivos en abordar estos aspectos para que la inteligencia artificial se convierta en una herramienta para el bienestar colectivo y el desarrollo sostenible. La próxima década será crucial en este sentido, y el enfoque que adopten los líderes económicos y políticos determinará el futuro de nuestras sociedades.

2.2 Inteligencia artificial aplicada al sector productivo país

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una de las tecnologías más transformadoras del siglo XXI, tocando cada aspecto de la vida cotidiana y, en particular, revolucionando el sector productivo de los países (Cornejo, 2023). En un mundo globalizado y competitivo, la adopción de soluciones basadas en IA

se ha vuelto esencial para que las industrias mantengan su relevancia, eficiencia y capacidad de respuesta ante las cambiantes condiciones del mercado. Desde la manufactura hasta la agricultura, la IA está contribuyendo a optimizar procesos, reducir costos y mejorar la calidad de los productos.

A medida que las tecnologías avanzan, la relevancia de la IA se torna imperativa, impulsando la automatización y la digitalización, así como el análisis de grandes volúmenes de datos, lo que ayuda a tomar decisiones más informadas y oportunas. En los países en vía de desarrollo, donde la carga de la manualidad aún es significativa, la aplicabilidad de la IA promete un cambio trascendental que puede conducir a un crecimiento económico sostenible y al mejoramiento de la calidad de vida de la población. En este contexto, se vuelve fundamental evaluar las implicaciones de la IA en el sector productivo. La relevancia de estas temáticas radica en su capacidad para influir en las políticas públicas y en las estrategias empresariales, promoviendo un enfoque responsable y ético hacia el uso de la IA.

2.2.1 Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el Sector Productivo

La inteligencia artificial (IA) está transformando de manera significativa el sector productivo, proporcionando herramientas innovadoras que optimizan procesos, aumentan la eficiencia y mejoran la calidad de los productos y servicios. En este contexto, se destacan tres áreas clave donde la IA está siendo implementada de manera efectiva: la manufactura, la agricultura, y la logística y transporte.

En la industria manufacturera, la IA ha revolucionado las cadenas de producción. Las tecnologías de aprendizaje automático y análisis de datos permiten a las empresas optimizar la eficiencia operativa y reducir los costos. Entre las aplicaciones más destacadas se incluyen:

- *Mantenimiento predictivo:* A través del análisis de datos generados por maquinaria y equipos, la IA puede predecir fallos y períodos de inactividad, lo que permite programar el mantenimiento antes de que surjan problemas costosos.
- *Automatización de procesos:* Robots inteligentes, equipados con IA, son capaces de adaptarse a diferentes condiciones de trabajo y realizar tareas que anteriormente requerían intervención humana, lo cual no solo incrementa la productividad, sino que también reduce el riesgo de accidentes laborales.

- *Control de calidad:* Sistemas de visión artificial, impulsados por IA, pueden detectar defectos en productos a velocidades mucho mayores que un humano, garantizando un estándar de calidad más alto y reduciendo desperdicios.

La agricultura también se beneficia enormemente de la IA, permitiendo una producción más sostenible y eficiente. Los ecosistemas agrícolas con alta biodiversidad proporcionan una amplia gama de alimentos que pueden contribuir a incrementar la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición, al expandir la oferta alimenticia y diversificar las dietas. Aun dentro de un mismo cultivo, la cantidad de nutrientes varía considerablemente entre las distintas variedades (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2008). Entre las principales aplicaciones se encuentran:

- *Monitoreo de cultivos:* Mediante drones y sensores IoT (Internet de las Cosas), los agricultores pueden recoger datos sobre la salud de los cultivos, el nivel de humedad del suelo y otros factores críticos, optimizando así la toma de decisiones sobre riego y fertilización.
- *Agricultura de precisión:* Las tecnologías de IA (incluido el aprendizaje automático, el análisis de big data y la Internet de las cosas, IoT) permite el análisis de grandes volúmenes de datos para proporcionar recomendaciones personalizadas sobre el uso de pesticidas y fertilizantes, ofrecen soluciones fundamentales para mejorar la productividad agrícola, la sostenibilidad y la eficiencia de los recursos (Assimakopoulos et al., 2024).
- *Robótica agrícola:* Los robots, equipados con algoritmos de IA, son capaces de realizar tareas como la siembra, cosecha y control de plagas, facilitando el trabajo de los agricultores y permitiéndoles enfocarse en la gestión del cultivo.

El sector de logística y transporte experimenta una transformación radical gracias a la inteligencia artificial. Las aplicaciones más relevantes incluyen:

- *Optimización de rutas:* Algoritmos de IA analizan datos en tiempo real sobre tráfico, condiciones meteorológicas y demanda para planificar las rutas más eficaces, ahorrando tiempo y combustible.
- *Gestión de inventarios:* La IA anticipa la demanda de productos, permitiendo a las empresas mantener niveles óptimos de inventario y reducir costos de almacenamiento.

- *Sistemas de entrega autónoma:* Vehículos autónomos y drones están comenzando a desempeñar un papel importante en la entrega de mercancías, lo que promete eficientizar el proceso de distribución y reducir costos operativos.

En conjunto, estas aplicaciones de la inteligencia artificial impulsan la competitividad en el sector productivo, a su vez ofrecen oportunidades para una mayor sostenibilidad y responsabilidad social en el uso de recursos. Este avance tecnológico está moldeando el futuro de cómo producimos y distribuimos bienes y servicios, revolucionando la forma en que interactuamos con el entorno industrial. Este fenómeno se traduce en una modificación en la eficiencia de los procesos y plantea disputas en el ámbito del empleo y genera una serie de consideraciones éticas y de desigualdad.

Ahora bien, los aspectos más destacados de la implementación de la IA en la producción es el aumento significativo en la eficiencia y productividad de las empresas. La automatización de tareas repetitivas y la capacidad de procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real permiten a las empresas optimizar sus operaciones.

- *Reducción de errores:* Los sistemas de IA son menos propensos a cometer errores que los humanos en tareas específicas, lo que se traduce en productos de mayor calidad y menor desperdicio.
- *Aumento de la velocidad de producción:* La IA permite una producción casi continua y a mayor velocidad, lo que ayuda a satisfacer la demanda del mercado de manera más efectiva.
- *Mejora en la toma de decisiones:* La capacidad analítica de la IA proporciona a los gerentes datos precisos y relevantes para tomar decisiones informadas, lo que puede hacer que las empresas sean más competitivas en un entorno global.

Por ello, las empresas que implementan tecnología de IA tienden a experimentar un retorno de inversión más alto en comparación con aquellas que no lo hacen, contribuyendo así a un crecimiento económico más robusto en el país.

Aunque la IA puede mejorar la eficiencia y productividad, su introducción también genera preocupaciones relacionadas con el empleo. Si bien se prevé que algunas posiciones laborales se transformen y avancen a roles más tecnificados, muchas otras están en riesgo de ser reemplazadas por máquinas.

- *Desaparición de trabajos tradicionales:* Industrias que históricamente han empleado a grandes cantidades de trabajadores (como manufactura y ensamblaje) están viendo una reducción de personal debido a la automatización.
- *Creación de nuevos roles:* Por otro lado, la IA también está generando demanda de nuevos puestos de trabajo que requieren habilidades específicas, como expertos en análisis de datos, desarrollo de software y mantenimiento de sistemas automatizados.
- *Reconversión laboral:* Esto implica que los trabajadores necesitarán capacitación y educación continua para adaptarse a las nuevas exigencias del mercado laboral, un reto que necesita ser abordado por gobiernos y empresas.

La rápida adopción de la IA presenta, además, preocupaciones éticas y de desigualdad. Mientras que algunas empresas se benefician enormemente de la tecnología, otras pueden quedarse atrás, exacerbando las diferencias económicas entre distintos sectores y regiones del país.

- *Acceso desigual a la tecnología:* Las pequeñas y medianas empresas a menudo carecen de los recursos necesarios para implementar soluciones de IA, lo que puede resultar en una concentración del poder económico en manos de las grandes corporaciones.
- *Ética en el uso de datos:* La recolección masiva de datos y el uso de algoritmos que pueden perpetuar sesgos existentes plantean importantes cuestiones éticas sobre la privacidad y la justicia en el ambiente laboral.
- *Desigualdad salarial:* La demanda por trabajadores calificados puede llevar a un aumento significativo en las brechas salariales entre aquellos con habilidades avanzadas en tecnología y los que carecen de ellas.

La inteligencia artificial presenta una serie de impactos económicos y sociales que están en constante evolución. Mientras que ofrece oportunidades sin precedentes para la mejora de procesos y la creación de valor, también plantea retos que necesitamos abordar de manera proactiva para asegurar un desarrollo inclusivo y sostenible en el futuro (Corvalán, 2018).

Entre los retos más representativos vinculados a la inteligencia artificial es la carencia de un marco regulatorio definido y consistente. La acelerada evolución de la tecnología frecuentemente supera la habilidad de los legisladores para ajustarse y desarrollar políticas eficaces. Esto puede ocasionar diversos problemas, incluyendo:

- *Falta de estándares:* Sin pautas claras, las empresas pueden desarrollar sistemas de IA de manera inconsistente, lo que puede poner en riesgo la seguridad y la privacidad de los datos.
- *Riesgos éticos:* La implementación de IA puede llevar a decisiones sesgadas si no hay regulaciones que garanticen la transparencia y la rendición de cuentas.
- *Impacto en el empleo:* Las políticas laborales no siempre están alineadas con la transformación tecnológica, lo que puede generar tensiones en el mercado laboral.

Por otro lado, un marco regulatorio adecuado puede fomentar la confianza pública en la IA, al mismo tiempo que asegura un entorno competitivo y justo. Los gobiernos deben encontrar un equilibrio entre promover la innovación y proteger a los ciudadanos.

2.2.2 Innovación, desarrollo continuo y sostenibilidad

La innovación es un componente esencial en la adopción de la inteligencia artificial. Las empresas que invierten en investigación y desarrollo (I+D) están mejor posicionadas para aprovechar las ventajas de la IA:

- *Costos de inversión:* La implementación de sistemas de IA puede requerir inversiones significativas, lo que a menudo representa un obstáculo, especialmente para las pequeñas y medianas empresas (PYMEs).
- *Falta de talento:* La escasez de profesionales capacitados en ciencias de datos y machine learning limita la capacidad de las empresas para desarrollar y aplicar soluciones de IA.
- *Ritmo de cambio:* La velocidad con la que la tecnología avanza requiere que tanto empresas como empleados se adapten continuamente a nuevos desarrollos.

Si bien hay principios reconocidos que orientan la ética en la inteligencia artificial, es difícil analizar minuciosamente la moralidad de cada uso de la IA. Las entidades gubernamentales deben prever y mitigar posibles daños futuros, promoviendo una cultura de innovación responsable para diseñar e implementar sistemas de IA que sean éticos, justos y seguros. Las empresas que logran adaptarse y adoptar esta tecnología pueden experimentar:

- *Mejora de procesos:* La IA puede optimizar la producción, reducir costos y aumentar la eficiencia operativa.

- *Nuevos mercados:* La innovación en IA abre la puerta a la creación de productos y servicios que antes no eran posibles.
- La implementación de IA fomenta la colaboración entre diferentes disciplinas, generando un entorno de trabajo más dinámico.

La sostenibilidad es otro aspecto crucial en el uso de la inteligencia artificial. A medida que las empresas buscan ser más sostenibles en sus prácticas, la IA puede jugar un papel clave:

- *Eficiencia energética:* La IA puede contribuir a la optimización de recursos, permitiendo un uso más eficiente de la energía.
- *Minimización de residuos:* Los algoritmos de IA pueden ayudar a las empresas a reducir el desperdicio en sus procesos de producción y distribución.
- *Desarrollo de soluciones sostenibles:* La investigación en IA puede llevar a innovaciones que aborden objetivos ambientales, como el cambio climático. En cierto modo, es fundamental que las implementaciones de IA sean responsables y ética. La sostenibilidad no debería ser únicamente una meta en lo que respecta a los recursos, sino que también debería reflejarse en cómo se crean y utilizan las tecnologías. Esto incluye consideraciones sobre el impacto social y el cuidado en la creación de sistemas que beneficien a toda la sociedad.

Las oportunidades relacionadas con la inteligencia artificial en el ámbito productivo son numerosos, el impulso a la innovación constante y el compromiso con la sostenibilidad son aspectos clave que impactarán el futuro de la IA en la nación. La adopción de sistemas que utilizan IA ha posibilitado que distintas industrias optimicen su operativa, aumenten la eficiencia y disminuyan gastos.

En el ámbito de la manufactura, por ejemplo, el uso de robots y sistemas de automatización ha transformado la producción, permitiendo un incremento significativo en la productividad. En la agricultura, tecnologías como los drones y la analítica de datos han facilitado la implementación de prácticas más sostenibles y eficientes, mejorando a su vez la capacidad de respuesta ante cambios en el mercado (CEPAL, 2021).

El estudio también nos ha permitido observar que, si bien la implementación de la inteligencia artificial conlleva retos que no deben pasarse por alto, entre los descubrimientos más significativos es su efecto sobre el empleo, dado que la automatización de determinadas labores podría resultar en la disminución de empleos, sobre todo en áreas con menor cualificación. Esto, a

su vez, alimenta preocupaciones sobre la desigualdad y la necesidad de diseñar políticas que aseguren la inclusión de todos en este nuevo paradigma laboral.

De cara al futuro, es importante seguir investigando y desarrollando la inteligencia artificial de manera ética y responsable. Las proyecciones indican que la IA seguirá evolucionando y expandiendo su presencia en el sector productivo, lo que requerirá que empresas y gobiernos se alineen en términos de regulación y formación. Algunas de las proyecciones clave incluyen:

- *Desarrollo continuo de tecnologías:* El avance en el aprendizaje automático y la analítica de datos permitirá que la IA se integra aún más en procesos de toma de decisiones. Esto se traducirá en soluciones más personalizadas y automatizadas que responderán a las dinámicas cambiantes del mercado.
- *Capacitación y reskilling:* Para mitigar los efectos negativos en el empleo, será crucial implementar programas de capacitación que permitan a los trabajadores adquirir nuevas habilidades en el ámbito de la tecnología. Esto conllevará a la fuerza laboral a adaptarse, fomentando un entorno deontológico donde la innovación se convierta en un motor de desarrollo económico.
- *Ética y regulación:* A medida que la IA se convierta en una herramienta esencial en el ámbito productivo, la necesidad de establecer marcos regulatorios se volverá primordial. La ética en el diseño e implementación de sistemas de IA debe ser una prioridad, asegurando que estas tecnologías beneficien a la sociedad en su conjunto, evitando sesgos y promoviendo la justicia social.

Así, la inteligencia artificial tiene el potencial de transformar radicalmente el sector productivo de nuestro país. Hasta cierto punto, la clave para aprovechar las ventajas, radica en un enfoque integral que incluya la formación, la regulación y el compromiso con la ética. Solo así podremos garantizar que la IA aumente la eficiencia y la productividad, contribuya a un desarrollo social y económico equitativo y sostenible.

Capítulo III

Inteligencia artificial aplicada en la oferta y demanda global: Producto Bruto Interno e importaciones de bienes y servicios

Desde su aparición, la inteligencia artificial ha tenido un impacto profundo en la economía global. En las décadas de 1980 y 1990, la IA comenzó a ganar popularidad, pero fue el advenimiento de la computación en la nube y el acceso masivo a grandes volúmenes de datos en el siglo XXI lo que realmente aceleró su desarrollo. Para Ayina (2020), a diferencia de los postulados históricos que han estado indagando desde el inicio del Homo sapiens para aumentar el entendimiento con el objetivo de comprender mejor al ser humano y su entorno, el empleo de la IA busca propiciar una transformación drástica del ser humano. Algunos de los cambios más notables incluyen:

1. *Aumento de la productividad:* La automatización de procesos a través de la IA ha permitido a las empresas aumentar su productividad al reducir costos y mejorar la eficiencia operativa. Por ejemplo, las fábricas que implementan robots de ensamblaje han visto reducciones significativas en los tiempos de producción.
2. *Nuevas oportunidades laborales:* Aunque la IA ha sustituido ciertos empleos, también ha creado nuevos roles que requieren habilidades especiales en tecnología y análisis de datos. Esto ha llevado a una reconfiguración en el mercado laboral, donde la capacitación y la educación continua son cruciales para la fuerza laboral.
3. *Optimización de la cadena de suministro:* Las empresas utilizan IA para prever la demanda, gestionar inventarios y optimizar la logística, lo que resulta en una reducción de costos y un mejor servicio al cliente.
4. *Acceso a información y toma de decisiones:* Las empresas están utilizando algoritmos de IA para analizar grandes cantidades de datos y hacer predicciones más informadas sobre las tendencias del mercado. Debido a esto, las decisiones empresariales se basan en datos en lugar de simples conjeturas.
5. *Transformación de modelos de negocio:* La IA ha permitido el surgimiento de nuevos modelos de negocio, como las plataformas de economía colaborativa y los servicios basados en suscripciones. Empresas como Uber y Airbnb han

revolucionado sus respectivos sectores aprovechando las capacidades de la IA para conectar usuarios y proveedores de servicios.

La inteligencia artificial ha cambiado de manera fundamental la estructura de la economía global. Nos encontramos en un momento de transición que, si bien trae consigo luchas significativas, también ofrece oportunidades sin precedentes para innovar y mejorar la calidad de vida en todo el mundo. A medida que avanzamos hacia un futuro donde la IA será aún más prevalente, comprender su historia y sus efectos en la economía global se vuelve esencial para navegar por los cambios venideros.

3.1 Oferta y demanda globales: dinámicas

La oferta y demanda globales son componentes fundamentales que determinan el equilibrio económico a nivel internacional. En un mundo cada vez más interconectado, comprender estas dinámicas es crucial para analizar cómo los mercados reaccionan a diversos factores, incluido el impacto de la inteligencia artificial (IA) (Medina et al., 2024). La oferta global se refiere a la cantidad total de bienes y servicios que están disponibles en el mercado global a diferentes precios, varios factores influyen en la oferta, como los costos de producción, la tecnología, la infraestructura y las políticas gubernamentales. Entre los cambios más significativos en la oferta actual es la integración de la inteligencia artificial en los procesos de producción y logística.

- *Automatización y eficiencia:* La IA permite a las empresas optimizar sus cadenas de suministro y mejorar la eficiencia en la producción. A través de sistemas de aprendizaje automático, las empresas pueden prever la demanda y ajustar la producción en consecuencia, minimizando el desperdicio y reduciendo costos.
- *Reducción de costos:* La integración de tecnologías avanzadas reduce significativamente los costos operativos, lo que a su vez permite a las empresas ofrecer precios más competitivos. Esto se traduce en un aumento de la oferta global, ya que más productos pueden ser fabricados y enviados a distintos mercados.
- *Nuevos mercados:* La digitalización y la automatización han permitido a muchas empresas alcanzar mercados que antes estaban fuera de su alcance. La IA ayuda en la identificación de oportunidades en mercados emergentes, facilitando el acceso y la negociación en diversos países.

La demanda global se refiere al total de bienes y servicios que los consumidores y empresas en el mundo desean adquirir a distintos precios en un momento dado. La evolución de la demanda ha estado marcada por varios cambios, especialmente con el auge de la tecnología y las tendencias de consumo en el siglo XXI.

- *Cambio en las preferencias del consumidor:* La llegada de la tecnología ha transformado la forma en que los consumidores interactúan con los productos. La personalización, impulsada por la IA, se ha vuelto esencial. Los consumidores esperan productos y servicios adaptados a sus necesidades específicas, lo que está cambiando la estructura de la demanda a nivel global.
- *Aumento del comercio electrónico:* La demanda global ha experimentado un auge en el comercio electrónico. A medida que más consumidores optan por las compras en línea, se genera una mayor necesidad de optimizar las cadenas de suministro y la logística. La IA juega un papel crucial en el análisis del comportamiento del consumidor y la predicción de tendencias, lo que ayuda a las empresas a ajustar su oferta según la demanda.
- *Factores económicos y sociales:* La demanda se ve afectada por preferencias individuales, por factores económicos como el ingreso disponible, la inflación y el desempleo. A medida que las economías de diferentes países crecen, la demanda de productos y servicios también aumenta, lo que, a su vez, impulsa la oferta.

Las dinámicas de oferta y demanda globales están en constante evolución, impulsadas en gran medida por la tecnología y el impacto de la inteligencia artificial. Estas transformaciones presentan tanto oportunidades como debilidades para las empresas en un entorno global, y su comprensión es esencial para navegar en el complejo panorama económico actual. La interrelación entre la oferta y la demanda será vital para determinar cómo los mercados globales se adaptan a los cambios y desarrollos futuros.

3.1.1 Producto Bruto Interno (PBI) e Inteligencia Artificial

El Producto Bruto Interno (PBI) es una de las magnitudes económicas más relevantes para medir el bienestar de un país. Representa la suma de todos los bienes y servicios finales producidos en un país durante un período determinado, generalmente un año. Es un indicador que permite evaluar el crecimiento económico, también se utiliza para comparar la productividad entre diferentes

naciones. El PBI se calcula mediante tres enfoques principales: el enfoque de producción, el enfoque de ingresos y el enfoque de gasto:

- *Enfoque de producción:* Suma el valor agregado en cada etapa de producción, evitando contar los costos intermedios múltiples veces.
- *Enfoque de ingresos:* Mide la suma de todos los ingresos obtenidos en la producción de bienes y servicios, incluyendo salarios, rentas, intereses y ganancias.
- *Enfoque de gasto:* Considera todo el gasto en bienes y servicios finales dentro de la economía, dividido en consumo, inversión, gasto público y exportaciones netas.

Cada uno de estos enfoques, aunque diferente, debería llegar a la misma cifra teórica del PBI. Pero, variaciones en la calidad de los datos y la metodología pueden llevar a diferencias significativas en la práctica. El PBI es fundamental para tomar decisiones económicas, tanto para gobiernos como para empresas. Suministra indicios sobre la salud económica de una nación y puede influir en políticas fiscales, en la planificación de inversiones y en la evaluación de proyectos.

Además, el PBI se ve impactado por múltiples factores, entre los cuales la productividad juega un rol crucial. La incorporación de nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial, tiene el potencial de modificar drásticamente la productividad de una economía y, por ende, su PBI. La inteligencia artificial está transformando la manera en que las empresas y los sectores económicos operan. Su influencia sobre el PBI puede analizarse desde diferentes ángulos:

- *Aumento de la productividad:* La IA permite optimizar procesos productivos mediante la automatización de tareas repetitivas, la mejora en la gestión de recursos y una toma de decisiones más informada. Todo ello se traduce en una generación de valor más eficiente, que al final se refleja en el PBI.
- *Innovación en productos y servicios:* La inteligencia artificial permite la creación de nuevos productos y servicios que antes no eran posibles. Por ejemplo, en el ámbito de la salud, se han logrado importantes progresos en diagnósticos y tratamientos gracias a algoritmos de aprendizaje automático, lo que optimiza la calidad de vida y aumenta el valor económico generado.
- *Nuevos mercados y oportunidades económicas:* La proliferación de tecnologías de IA ha dado lugar a industrias enteramente nuevas, como la robótica avanzada,

la analítica de datos y las plataformas de inteligencia de negocios. Estas áreas contribuyen de forma significativa al PBI al generar empleo, inversión y oportunidades de exportación.

- *Desafíos y desigualdades:* No obstante, la llegada de la IA también plantea escenarios no deseables, como la sobreestimación de errores, que podrían afectar negativamente al PBI. La posible automatización de trabajos y la consecuente reducción de empleos en ciertos sectores podrían limitar el crecimiento del consumo, impactando así negativamente en la economía.

La influencia de la inteligencia artificial sobre el PBI es innegable, ofreciendo tanto oportunidades como riesgos que deberán ser gestionados cuidadosamente por los responsables de políticas económicas. La adopción y el uso efectivos de la IA en la economía global representan una ventaja competitiva y, son un determinante clave del crecimiento económico sostenible (CEPAL, 2024b). Las importaciones de bienes y servicios juegan un papel crucial en la economía global.

3.1.2 Importancia de las importaciones en la economía

Las importaciones permiten a los países acceder a productos y servicios que no pueden producir localmente o cuya producción es menos eficiente en comparación con otros países. Esto resulta en una serie de beneficios clave:

- *Diversificación de productos:* A través de las importaciones, los consumidores tienen acceso a una amplia variedad de bienes, que va desde tecnología hasta alimentos y productos manufacturados. La información teórica y empírica utilizada para examinar la variable dependiente facilitó la elección de los factores que influyen en las importaciones: el costo internacional del producto, la calidad necesaria del producto, la disponibilidad del producto en el extranjero, la confianza en los proveedores internacionales, el entendimiento de los procedimientos para el despacho aduanero y la capacidad logística de la empresa importadora, constituyendo estas las variables independientes sugeridas en la hipótesis (Tejeda et al., 2019).

- *Optimización de recursos:* Al importar productos que son más baratos o de mejor calidad en el exterior, los países pueden optimizar el uso de sus recursos. Esto libera capital para ser invertido en sectores donde tienen ventajas comparativas, impulsando así el crecimiento económico.

- *Fomento del comercio internacional:* Las importaciones son un componente esencial del comercio internacional que conecta mercados y economías. Un mayor volumen de importaciones suele estar asociado con una mejora en las relaciones diplomáticas y comerciales entre naciones, lo que puede resultar en acuerdos bilaterales y multilaterales.
- *Impacto en el Producto Bruto Interno (PBI):* Aunque las importaciones son contabilizadas como un gasto dentro del PBI, su influencia es más compleja. Una economía que importa bienes y servicios puede ver un impacto positivo en su PBI si esos bienes son utilizados para aumentar su producción interna o mejorar la competitividad de sus exportaciones.

La inteligencia artificial está revolucionando la forma en que se gestionan las importaciones y el comercio internacional. A continuación, se detallan algunas transformaciones clave impulsadas por la IA:

- *Optimización de la cadena de suministro:* Las soluciones de IA pueden predecir la demanda de productos y optimizar las rutas de transporte. Esto reduce costos de logística y mejora el tiempo de entrega, asegurando que los bienes estén disponibles cuando los consumidores los necesitan.
- *Análisis de datos y pronósticos:* Utilizando algoritmos avanzados, la IA puede analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones en el consumo y prever tendencias futuras. Esto permite a las empresas tomar decisiones más informadas sobre qué bienes importar, minimizando el riesgo de sobrestock o desabastecimiento.
- *Mejora en la gestión de inventarios:* Con IA, las empresas pueden gestionar sus inventarios de manera más efectiva. Puede haber un seguimiento en tiempo real y ajustes automáticos en el inventario, garantizando una rotación óptima de productos y reduciendo costos de almacenamiento.
- *Automatización en el cumplimiento de regulaciones:* La IA puede ayudar a las empresas a cumplir con las regulaciones de importación más fácilmente al automatizar procesos como la documentación, el cumplimiento de normas y la gestión aduanera.
- *Predicción de tarifas y costos:* Algoritmos de IA pueden apoyar a las empresas en la estimación de costos asociados con las importaciones, considerando factores como cambios en las tarifas aduaneras y fluctuaciones

monetarias. Esto permite una mejor planificación financiera y mitigación de riesgos.

Para Benhamou (2022), se pueden distinguir tres tipos distintos de tareas donde la inteligencia artificial influye en el empleo de diversas maneras: en primer lugar, la ejecución de tareas que no podrían realizarse sin la intervención de una máquina, al menos no de manera económicamente viable, o que requerirían la movilización de personal que no está disponible. Un ejemplo representativo serían las labores de monitoreo que lleva a cabo un dispositivo médico conectado que recoge información de forma continua. En este caso, no hay una sustitución del trabajo existente: son nuevas tareas de supervisión asociadas a un aparato automático.

Las importaciones de bienes y servicios son fundamentales para el crecimiento económico y el bienestar de los consumidores. La integración de la inteligencia artificial en este sector está generando transformaciones significativas que optimizan los procesos, mejoran la competitividad y ofrecen nuevas oportunidades en el comercio global:

1. *Transformación de la oferta y la demanda:* La inteligencia artificial ha permitido la optimización de la cadena de suministro y la producción, lo cual ha llevado a una mayor eficiencia en la oferta. Por otro lado, al analizar enormes volúmenes de datos, las empresas logran identificar patrones en las preferencias del consumidor, mejorando así la satisfacción del cliente y ajustando la demanda a productos y servicios específicos.
2. *Impacto en el Producto Bruto Interno:* La integración de tecnologías de IA en diversas industrias ha resultado en una notable contribución al PBI de varios países. La automatización y la innovación facilitadas por la IA incrementan la productividad y generan nuevos sectores de empleo que requieren habilidades especializadas. Este fenómeno ha llevado a un aumento en la competitividad a nivel global.
3. *Reconfiguración del comercio internacional:* Las importaciones de bienes y servicios han experimentado cambios significativos debido al análisis de datos y la previsión de tendencias a través de IA. Las empresas pueden tomar decisiones de compra más informadas, minimizando los costos y optimizando el inventario.
4. *Desafíos éticos y económicos:* A pesar de los beneficios, la implementación de IA no está exenta de preocupaciones relacionadas con la privacidad de los datos, el desplazamiento laboral y la brecha digital han sido temas recurrentes. Esta

situación exige que las políticas públicas se adapten a los cambios para garantizar una transición equitativa y sostenible.

5. *Innovaciones en servicios y sistemas de negocios*: La IA ha impulsado la creación de nuevos modelos de negocio y ha revolucionado sectores como el transporte, la salud y el comercio electrónico. Plataformas de recomendación y análisis predictivo son solo algunas de las aplicaciones que han transformado la manera en que interactuamos con los productos y servicios.

3.2 Macroeconomía del Estado y los métodos de inteligencia artificial

La macroeconomía del Estado se ha convertido en un campo esencial para comprender y gestionar la economía a gran escala. En un mundo globalizado y cambiante, la capacidad de los gobiernos para diseñar políticas efectivas y eficientes es fundamental. La macroeconomía se centra en el estudio de los grandes agregados económicos, como el Producto Interno Bruto (PIB), la tasa de desempleo, la inflación y otros indicadores que reflejan la salud económica de un país. Estos componentes no son solo cifras; representan la interacción entre diversos factores, como el consumo, la inversión, el gasto público y la política monetaria (Medina et al., 2024).

En las últimas décadas, la macroeconomía ha tenido que adaptarse a cambios significativos en el entorno económico global. La crisis financiera de 2008 y la pandemia de COVID-19 son ejemplos emblemáticos de cómo eventos inesperados pueden tener repercusiones profundas en la economía de un país y del mundo. Estos eventos han llevado a una re-evaluación de las teorías y técnicas tradicionales de análisis, haciendo necesario un enfoque más dinámico y basado en datos.

Las políticas macroeconómicas buscan estabilizar la economía, fomentar el crecimiento y reducir la desigualdad. En este sentido, es fundamental contar con herramientas y metodologías que proporcionen información precisa y en tiempo real. La IA se presenta como una respuesta a estas oportunidades, proporcionando maneras innovadoras para abordar la complejidad del análisis macroeconómico. La inteligencia artificial ha avanzado a pasos agigantados en los últimos años, tanto en términos de capacidad computacional como de técnicas de análisis. Los algoritmos de aprendizaje automático y los modelos predictivos han ganado protagonismo, permitiendo a los economistas analizar grandes volúmenes de datos y extraer patrones que antes eran prácticamente imposibles

de identificar. Algunas de las áreas donde la IA ha demostrado su potencial incluyen:

- *Análisis predictivo*: Los modelos de IA pueden prever tendencias económicas, como cambios en el PIB o en la tasa de empleo, permitiendo una mejor planificación de políticas.
- *Optimización de recursos*: Gracias a algoritmos avanzados, los gobiernos pueden utilizar la IA para asignar recursos de manera más eficiente, minimizando el desperdicio y maximizando el impacto de sus iniciativas.
- *Toma de decisiones basada en datos*: Un enfoque fundamentado en datos puede ayudar a los funcionarios a tomar decisiones informadas, basadas en una comprensión más profunda de los factores que afectan la economía.
- *Detección de anomalías*: Los sistemas de IA son capaces de identificar anomalías en datos económicos, que podrían señalar problemas antes de que se conviertan en crisis.

La intersección entre la macroeconomía y la inteligencia artificial promete abrir nuevas fronteras en la investigación y la práctica económica. Sin duda, la combinación de estas disciplinas permitirá a los Estados enfrentar escenarios económicos no favorables de una manera más efectiva.

3.2.1 Fundamentos de la Macroeconomía del Estado

La macroeconomía del Estado se centra en la forma en que los gobiernos gestionan la economía a gran escala. Comprende diversas prácticas y teorías que guían la toma de decisiones económicas que afectan la producción, el empleo y el bienestar de la sociedad. Dos de los pilares fundamentales en este análisis son las teorías económicas clásicas y las políticas fiscales y monetarias adoptadas por los gobiernos (Baena, 2015).

Las teorías económicas clásicas se desarrollaron durante los siglos XVIII y XIX, siendo Adam Smith una de las figuras más influyentes en este campo. Su obra "La riqueza de las naciones" (1776) sentó las bases del liberalismo económico y la idea de la mano invisible, donde se sugiere que la libre competencia en el mercado genera un equilibrio natural que promueve el bienestar general. Sin embargo, este enfoque ha sido objeto de críticas y ha evolucionado con el tiempo. Otras teorías importantes incluyen:

- *Teoría del valor trabajo*: Propone que el valor de un bien está determinado por la cantidad de trabajo necesario para producirlo.

- *Teoría del ciclo económico:* Se refiere a las fluctuaciones recurrentes en la actividad económica, donde períodos de expansión son seguidos por recesiones.

La macroeconomía clásica pone un fuerte énfasis en los mercados libres y en la importancia de limitar la intervención gubernamental. En cierta medida, la Gran Depresión de 1929 desafió esta perspectiva, lo que llevó al desarrollo de enfoques alternativos, incluyendo el keynesianismo. La política fiscal y la política monetaria son las principales herramientas que utilizan los gobiernos para regular la economía:

- *Política fiscal:* Se refiere al uso del gasto público y la recaudación de impuestos para influir en la economía. A través de medidas fiscales, los gobiernos pueden estimular la actividad económica durante períodos de recesión o controlar la inflación en tiempos de sobrecalentamiento económico. Las decisiones de gasto e impuestos pueden tener un impacto significativo en la redistribución del ingreso y en la inversión pública. Los principales componentes incluyen:
 - *Gasto público:* Inversiones en infraestructura, educación, salud y bienestar social.
 - *Impuestos:* Variaciones en tasas impositivas pueden alterar el poder adquisitivo de los ciudadanos y la capacidad de inversión empresarial.
 - *Política Monetaria:* Controlada generalmente por el banco central de un país, la política monetaria implica el manejo de la oferta de dinero y las tasas de interés. A través de herramientas como la compra y venta de bonos del gobierno y la fijación de tasas de interés, las autoridades pueden influir en el nivel de inversión y consumo en la economía. Dos tipos de política monetaria son:
 - *Expansiva:* Se busca aumentar la oferta de dinero y reducir las tasas de interés para estimular el crecimiento económico.
 - *Restriictiva:* Tiene como objetivo reducir la inflación mediante la contracción de la oferta de dinero y el aumento de las tasas de interés.

Ambas políticas, fiscal y monetaria, son interdependientes y deben ser gestionadas de manera coordinada para evitar desequilibrios macroeconómicos. La correcta implementación de estas herramientas busca mantener la estabilidad económica, así como alcanzar metas sociales para la reducción del desempleo y la promoción del desarrollo sostenible (Carranco y Venegas, 2009). Por lo que los fundamentos de la macroeconomía del Estado son esenciales para entender cómo

los gobiernos pueden influir en la economía mediante el análisis de teorías clásicas y la aplicación de políticas fiscales y monetarias. Estos elementos proporcionan las bases para el diseño de estrategias que buscan un crecimiento económico sostenido y una distribución equitativa de los recursos.

3.2.2 Inteligencia Artificial en el Análisis Económico

La relación entre inteligencia artificial (IA) y análisis económico ha crecido considerablemente en la última década. Estos avances en IA están revolucionando la forma en que los economistas y los responsables de la política económica evalúan las condiciones económicas y toman decisiones informadas. A continuación, se presentan dos aspectos clave: los algoritmos y modelos de IA utilizados en análisis económico y su impacto en la predicción de tendencias macroeconómicas.

Los algoritmos de IA aplicados en el análisis económico son herramientas que procesan grandes volúmenes de datos, permitiendo extraer patrones y tendencias que serían inalcanzables mediante análisis tradicionales. Entre los más importantes se encuentran:

- *Redes Neuronales Artificiales*: Estas estructuras, inspiradas en la forma en que el cerebro humano procesa información, son útiles para identificar patrones complejos en los datos económicos. Se utilizan, por ejemplo, para predecir el comportamiento del mercado en función de múltiples variables que interactúan entre sí.
- *Árboles de Decisión*: Esta técnica se utiliza para tomar decisiones basadas en datos estructurados. Permiten a los economistas modelar decisiones complejas, considerando diferentes opciones y sus posibles resultados. Su interpretabilidad los hace atractivos en varios contextos económicos.
- *Máquinas de Vectores de Soporte (SVM)*: Estas son efectivas para clasificar datos y detectar tendencias en escenarios donde el número de variables es alto, lo que es habitual en el análisis económico.
- *Regresión Logística*: Aunque es un modelo estadístico clásico, se ha remodelado con la integración de técnicas de IA para mejorar la predicción de eventos binarios, como recesiones o expansiones económicas.
- *Algoritmos de Aprendizaje Profundo*: Utilizan capas de redes neuronales para realizar análisis más sofisticados, muy útiles en la identificación de patrones en series temporales de datos económicos.

La adaptación y el desarrollo de estos algoritmos son cruciales para entender la complejidad de la economía global y local. Permiten, además, que la toma de decisiones basadas en datos sea más rápida y basada en evidencia. La capacidad de la IA para predecir tendencias macroeconómicas ha transformado la forma en que se llevan a cabo los estudios económicos (Corvalán, 2018). Las predicciones precisas son fundamentales para la formulación de políticas efectivas y para el adecuado funcionamiento de los mercados. A través de técnicas de análisis de datos de IA se logra:

- *Mejora en la Precisión de las Predicciones:* Los modelos de IA, al analizar un conjunto de datos masivo y diverso, pueden captar turbulencias en los patrones económicos que previamente resultaban difíciles de detectar. Por ejemplo, al integrar datos de redes sociales, transacciones financieras y otros indicadores, los modelos pueden prever cambios de confianza del consumidor que impacten el mercado.
- *Análisis en Tiempo Real:* Esta capacidad permite a los gobiernos y empresas reaccionar rápidamente a cambios económicos inesperados. La IA puede ser utilizada para monitorizar continuamente el entorno económico y ajustar las predicciones conforme se reciben nuevos datos.
- *Identificación de Variables Clave:* A través de la técnica de aprendizaje automático, es posible identificar qué indicadores económicos son más influyentes en el comportamiento de las economías. Esto permite optimizar los recursos en la formulación de políticas económicas.
- *Modelos Predictivos de Crisis:* Dada la complejidad de las crisis económicas, los modelos de IA pueden ayudar a prever situaciones adversas, ofreciéndoles a los formuladores de políticas la oportunidad de implementar medidas preventivas.

La inteligencia artificial está cambiando la manera en que los economistas abordan el análisis de datos, y también está redefiniendo las estrategias de políticas macroeconómicas. A medida que estos modelos continúan desarrollándose, su integración será cada vez más esencial en la búsqueda de una economía más efectiva y resiliente.

3.2.3 Impacto de la IA en la Toma de Decisiones del Estado

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta transformadora en la toma de decisiones de los estados, permitiendo una gestión más eficiente y eficaz de los recursos públicos. En este apartado, abordaremos dos áreas clave donde la IA está teniendo un impacto significativo: la

optimización de recursos y la gestión de políticas públicas. La optimización de recursos es una de las grandes promesas de la inteligencia artificial en el ámbito macroeconómico. Los gobiernos suelen enfrentarse a la crucial tarea de asignar recursos limitados a diversas necesidades y proyectos. La IA, a través de sus capacidades analíticas, puede facilitar esta asignación de manera más efectiva y con un enfoque basado en datos. Entre las aplicaciones más interesantes de la IA en la optimización de recursos, se encuentran:

- *Análisis Predictivo*: Utilizando algoritmos de machine learning, los estados pueden predecir la demanda de servicios públicos y recursos. Por ejemplo, las compras de medicamentos en el sistema de salud pueden optimizarse al analizar patrones de consumo históricos y tendencias demográficas.
- *Modelos de Asignación*: Gracias a modelos matemáticos sofisticados, la IA permite simular diferentes escenarios de asignación de recursos, ayudando a las autoridades a identificar las estrategias más efectivas para maximizar el impacto de su inversión. Este enfoque ha sido adoptado en varios ministerios de finanzas que buscan equilibrar el presupuesto estatal de manera más eficiente.
- *Mantenimiento Predictivo*: En el área de la infraestructura pública, la IA se puede implementar para realizar un mantenimiento predictivo, evaluando el estado de las infraestructuras y programando intervenciones antes de que se produzcan fallos. Esto optimiza el uso de los recursos económicos y mejora la calidad de vida de los ciudadanos.

La administración de políticas públicas es otro campo en el que la IA puede aportar de manera notable; la evaluación de grandes cantidades de datos facilita a los encargados de crear políticas reconocer problemas, analizar soluciones y cuantificar resultados de forma más certera. Las ventajas anticipadas del uso de la IA en el sector público son diversas. Por ejemplo, la IA posibilita principalmente la automatización de numerosos procesos complejos que comúnmente son llevados a cabo por humanos, demandando así una elevada cantidad de recursos financieros y materiales (Arguelles, 2024).

3.3 Política cambiaria y el uso de redes neuronales artificiales en su medición

La política cambiaria es un conjunto de medidas y estrategias adoptadas por los gobiernos y los bancos centrales para gestionar el valor de su moneda en relación con otras divisas. A lo largo de la historia, estas políticas han

evolucionado para responder a circunstancias económicas cambiantes, por lo que su estudio se convierte en un elemento crucial para entender la dinámica del comercio internacional y la inversión. Desde el patrón oro del siglo XIX hasta los sistemas de tipo de cambio flotante de la actualidad, la política cambiaria ha recorrido un largo camino.

- *Patrón oro*: Durante este periodo, las monedas de los países estaban respaldadas por una cantidad equivalente de oro, lo cual brindaba estabilidad pero también limitaba la flexibilidad de los gobiernos para manejar sus economías.
- *Acuerdo de Bretton Woods (1944)*: Tras la Segunda Guerra Mundial, se estableció un nuevo sistema cambiario que fijaba las divisas a un patrón del dólar estadounidense, que a su vez era convertible en oro. Este sistema proporcionó una estabilidad sin precedentes, pero colapsó en 1971, lo que llevó a un cambio hacia tipos de cambio flotantes.
- *Época moderna*: Las crisis cambiarias de los años 90 y el surgimiento de economías emergentes han reforzado la importancia de que los países implementen políticas cambiarias efectivas para prevenir la volatilidad y asegurar la competitividad en el ámbito global.

En este contexto histórico, las políticas cambiarias se han diseñado e implementado con el objetivo de lograr el equilibrio económico, la estabilidad de precios y el crecimiento sostenible. Por otra parte, estos objetivos no siempre han sido fáciles de alcanzar, lo que ha llevado a la búsqueda de nuevas herramientas y metodologías para el análisis y la predicción de los movimientos cambiarios.

El estudio de las políticas cambiarias adquiere una relevancia particularmente alta en el mundo actual, donde la globalización ha interconectado las economías de manera sin precedentes. La fluctuación de los tipos de cambio puede tener repercusiones significativas en la inflación, el crecimiento económico y la balanza de pagos de un país. Estos impactos son especialmente evidentes en economías que dependen en gran medida de las exportaciones o que tienen una alta exposición a deudas denominadas en monedas extranjeras (CEPAL, 2022).

La relevancia de la política cambiaria se manifiesta también en la necesidad de una gestión proactiva para anticipar y mitigar crisis financieras. La crisis de 2008, por ejemplo, destacó la vulnerabilidad de muchos sistemas cambiarios y llevó a una reevaluación de las estrategias cambiarias implementadas en distintos países. Además, la política cambiaria no es solo cuestión de números; también tiene implicaciones políticas y sociales. Las decisiones sobre tipos de cambio

pueden influir en la dinámica política interna y generar tensiones entre los distintos sectores de la población, ya que las fluctuaciones en el valor de la moneda pueden afectar la capacidad de compra y, por ende, el bienestar de los ciudadanos.

Entonces, la incorporación de tecnologías avanzadas, como las redes neuronales artificiales, en el análisis y la gestión de la política cambiaria, abre nuevos horizontes para la predicción de variables económicas y la implementación de políticas más efectivas. Este enfoque novedoso promete superar las restricciones de los modelos tradicionales y proporcionar un marco más robusto para comprender estos fenómenos económicos complejos. La política cambiaria es un tema de gran actualidad y relevancia, cuyas dinámicas históricas y contemporáneas nos invitan a revisar y reconsiderar tanto los enfoques tradicionales como las nuevas herramientas emergentes en su estudio y aplicación.

La política cambiaria es un componente esencial de la economía de un país, ya que regula la relación entre distintas monedas y tiene un impacto significativo en el comercio internacional, la inversión extranjera y la estabilidad económica interna. Definida de manera general, se refiere a las acciones y medidas que las autoridades monetarias y fiscales implementan para influir en el tipo de cambio de su moneda respecto a otras (Gligo, 2007). Los objetivos principales de la política cambiaria son:

- *Estabilizar el tipo de cambio:* Evitar fluctuaciones excesivas que puedan afectar la economía.
- *Fomentar el crecimiento económico:* Crear un entorno favorable para la inversión y el comercio exterior.
- *Controlar la inflación:* Mantener la inflación bajo control, generalmente alineada con las metas de la política monetaria.
- *Mejorar la balanza de pagos:* Asegurar una adecuada circulación de divisas para equilibrar las cuentas nacionales.

Para alcanzar estos objetivos, los gobiernos y bancos centrales han desarrollado una variedad de instrumentos tradicionales. Estos incluyen:

- *Regulación de tasas de interés:* A través de ajustes en las tasas de interés, las autoridades pueden influir en el flujo de capital. Una tasa de interés alta puede atraer inversión extranjera, fortaleciendo la moneda nacional.
- *Intervenciones en el mercado de divisas:* Consiste en la compra o venta de divisas para modificar la oferta y demanda del tipo de cambio. Esta intervención puede ser directa, mediante la compra de moneda local, o indirecta, al utilizar reservas internacionales.
- *Controles de capital:* Instrumentos que limitan o facilitan el movimiento de capitales hacia dentro o fuera del país. Por ejemplo, se pueden establecer tasas impositivas sobre la inversión extranjera o restricciones a la repatriación de ganancias.
- *Política fiscal:* La implementación de políticas fiscales expansivas o contractivas también puede influir en el tipo de cambio, al afectar la inflación y la competitividad del país.

Para González (2009), el Estado contemporáneo se puede entender a través de diversos componentes: el poder, la legitimidad, la nación, el territorio y la soberanía. Esto no quiere decir que estos elementos se sumen para constituir el Estado. En cambio, facilitan la comprensión del Estado moderno como una forma de organización política en la sociedad occidental, que se distingue de las estructuras desarrolladas en otras regiones y culturas. A pesar de la variedad de herramientas utilizadas por el estado, es en la política cambiaria convencional la que presentan diversas condiciones que pueden obstaculizar su eficacia y, en consecuencia, el logro de sus objetivos:

- *Rigidez de respuesta:* Las autoridades monetarias pueden verse limitadas en su capacidad para actuar rápidamente ante cambios bruscos en el mercado, lo que puede generar un efecto de retraso en la respuesta a la volatilidad cambiaria.
- *Costos de intervención:* Las intervenciones en el mercado de divisas pueden resultar costosas y, si no se gestionan adecuadamente, pueden agotar reservas internacionales en un esfuerzo por estabilizar la moneda.
- *Expectativas del mercado:* Los métodos tradicionales a menudo no logran convencer a los agentes del mercado sobre la sostenibilidad de los tipos de cambio, lo que puede generar especulación y exacerbar la volatilidad en lugar de estabilizarla.

- *Impacto en la economía real:* Las políticas pueden tener efectos adversos colaterales en la economía, como la restricción del acceso al crédito o la limitación de inversiones, afectando así el crecimiento a largo plazo.

Aunque la política cambiaria y sus instrumentos tradicionales son fundamentales para la estabilidad económica, sus limitaciones sugieren la necesidad de considerar alternativas más innovadoras y avanzadas, como el uso de redes neuronales artificiales, que podrían ofrecer modelos más precisos y eficientes en la predicción y gestión de cambios en los tipos de cambio.

Capítulo IV

Métodos numéricos aplicados con software en economía y finanzas

La creciente complejidad y dinámica de los mercados modernos, junto con la abundancia de datos disponibles, exigen técnicas que permitan modelar, simular y resolver problemas que no pueden abordarse con métodos analíticos tradicionales. Este capítulo tiene como propósito examinar cómo los métodos numéricos, en combinación con software especializado, facilitan la toma de decisiones y la resolución de problemas en estos ámbitos.

Para Petropoulos et al. (2023), los modelos más relevantes en la investigación de operaciones son los modelos matemáticos o simbólicos, que utilizan un conjunto de símbolos y funciones para representar las variables de decisión y sus interrelaciones, describiendo así el comportamiento del sistema. La aplicación de las matemáticas para representar el modelo, que es una representación aproximada de la realidad, nos permite aprovechar computadoras de alta velocidad y técnicas de solución con matemáticas avanzadas.

En tanto, para Molina (2006), en el campo de la inteligencia artificial, tradicionalmente se considera un problema como la diferencia entre el estado presente y el estado deseado. La repetida y especializada resolución de ciertos tipos de problemas permite que estos se reconozcan como tareas. Una tarea define un objetivo en el razonamiento, expresado de manera independiente del dominio, junto con un conjunto de tipos de entradas y salidas.

Ahora bien, la economía y las finanzas se enfrentan constantemente a paradigmas tradicionales que requieren un análisis profundo y rigor matemático. Desde la predicción de tendencias económicas hasta la valoración de activos financieros, los analistas y economistas deben contar con herramientas que les permitan abordar estos problemas de manera efectiva. Este estudio se enfoca en la aplicación de métodos numéricos tradicionales y avanzados en el análisis económico y financiero, subrayando su capacidad para ofrecer soluciones prácticas a situaciones complejas. Así, se busca entender cómo estos métodos pueden optimizar el proceso de toma de decisiones y mejorar la precisión en las proyecciones económicas.

4.1 Importancia de los métodos numéricos en economía y finanzas

Los métodos numéricos permiten transformar ecuaciones matemáticas en soluciones computables, lo que resulta esencial en econometría, programación matemática y teoría de juegos, entre otros. Hay una necesidad apremiante de entender más a fondo el fundamento científico que respalda las metodologías de minería de datos y aprendizaje automático. Esto implica adoptar una perspectiva transdisciplinaria de la ciencia de datos y reconocer sus bases en matemáticas, estadística e informática (Xie et al., 2017). Entre las razones que destacan la importancia de estos métodos en economía y finanzas, se incluyen:

- *Modelado de fenómenos complejos*: Los modelos económicos a menudo se basan en ecuaciones no lineales y sistemas dinámicos que son difíciles de resolver de forma analítica. Los métodos numéricos permiten aproximar soluciones de manera efectiva.
- *Simulaciones*: La capacidad de simular diversos escenarios económicos y financieros, como crisis o cambios regulatorios, ayuda a los analistas a anticipar comportamientos y tendencias en los mercados.
- *Optimización*: En finanzas, la optimización de portafolios y la gestión del riesgo son dos áreas críticas donde los métodos numéricos tienen un papel significativo. Estos métodos permiten maximizar el retorno esperado y minimizar el riesgo a través de la asignación eficiente de recursos.
- *Tratamiento de grandes volúmenes de datos*: Con la revolución de los datos, los economistas y financieros se enfrentan a enormes conjuntos de datos que deben ser analizados. Los métodos numéricos, cuando se combinan con herramientas de software avanzado, permiten manejar, procesar y extraer información valiosa de estos datos.

Los métodos numéricos aplicados a través de software especializado son esenciales para el análisis y la toma de decisiones en economía y finanzas, proporcionando soluciones efectivas a los problemas contemporáneos que enfrentan estos campos. Estos métodos se utilizan para obtener soluciones aproximadas a problemas numéricos que, de otro modo, resultarían difíciles o imposibles de resolver analíticamente. Estos métodos son particularmente útiles en el ámbito de la economía y las finanzas, donde se requiere la resolución de ecuaciones complejas, la optimización de portafolios y la simulación de modelos económicos. A través de diversas aproximaciones, los métodos numéricos brindan herramientas para manejar grandes volúmenes de datos y modelar

situaciones que involucran incertidumbre, lo cual es común en el mundo económico.

Los métodos numéricos se pueden definir como una colección de algoritmos y técnicas para la resolución de problemas matemáticos mediante aproximaciones. La resolución de ecuaciones algebraicas, la integración y la derivación de funciones, así como la interpolación de datos son algunas de las áreas donde se aplican ampliamente estos métodos (Ezquerro, 2012). Por ejemplo, en el caso de ecuaciones diferenciales que representan el comportamiento de un sistema económico, encontrar soluciones exactas suele ser poco práctico; por lo tanto, se utilizan métodos numéricos como el método de Euler, el método de Runge-Kutta u otros algoritmos de discretización, que facilitan obtener soluciones aproximadas que reflejan la dinámica del sistema.

4.1.1 Principios matemáticos básicos y uso de software en economía

Los métodos numéricos se fundamentan en varios principios matemáticos básicos que garantizan su efectividad y precisión. Algunos de estos principios son:

- *Teorema de Taylor*: Permite aproximar funciones mediante polinomios de Taylor, lo cual es fundamental para métodos de aproximación en cálculo diferencial e integral.
- *Análisis de errores*: Incluye el estudio de los errores de truncamiento y redondeo, que son cruciales para entender la precisión de los métodos numéricos y asignar límites a los resultados obtenidos.
- *Convergencia*: Un método numérico se considera convergente si, a medida que disminuimos el tamaño de los pasos (o aumentamos la complejidad del cálculo), la solución se aproxima a la solución exacta del problema.

La comprensión de estos principios resulta esencial para seleccionar adecuadamente un método numérico en función del tipo de problema a resolver, así como para interpretar los resultados obtenidos y evaluar su aplicabilidad en el contexto de la economía y las finanzas. Los avances en el software y las herramientas computacionales han facilitado la implementación de estos métodos, permitiendo a los profesionales del área realizar análisis complejos con mayor rapidez y precisión.

El uso de software en economía y finanzas ha revolucionado la forma en que se analizan datos, se toman decisiones y se gestionan riesgos. Con la creciente complejidad de los mercados financieros y la amplia disponibilidad de datos, las

herramientas informáticas se han vuelto indispensables para profesionales en estos campos. Sin embargo, la continua expansión del ámbito digital en diversas facetas de la vida humana y la creciente dependencia de las sociedades respecto a estas plataformas tecnológicas ha resultado en una convergencia digital que conlleva nuevos riesgos, amenazas y vulnerabilidades (Bellomo y Oszlak, 2020). A continuación, se detallan algunas de las herramientas más comunes y las ventajas que ofrecen.

Existen diversas herramientas de software que se utilizan en el ámbito de la economía y las finanzas. Algunas de las más destacadas son:

- *Excel*: Aunque es una herramienta de hoja de cálculo general, su versatilidad y poderosa capacidad para realizar cálculos y análisis estadísticos la convierten en un favorito entre economistas y financieros. Permite crear tablas dinámicas, gráficos y realizar simulaciones que facilitan la comprensión de datos complejos.
- *R*: Este entorno de programación y software libre es especialmente útil para realizar análisis estadísticos y econométricos. Su rica biblioteca de paquetes permite a los usuarios realizar desde simples análisis hasta modelos complejos y simulaciones.
- *Python*: Cada vez más utilizado en economía y finanzas, Python ofrece una amplia gama de bibliotecas para análisis de datos (como Pandas y NumPy) y para crear visualizaciones (como Matplotlib y Seaborn). Además, su sencillez y legibilidad lo hacen accesible para varios niveles de habilidad.
- *MATLAB*: Aunque su uso es más predominante en el ámbito académico, MATLAB es potente para la modelización financiera y el análisis cuantitativo, especialmente en la elaboración de modelos matemáticos que requieren cálculos complejos.
- *Stata*: Este software es ampliamente utilizado en la investigación económica y social, especialmente por su capacidad para manejar grandes conjuntos de datos y realizar análisis econométricos.

Las ventajas de utilizar software en economía y finanzas son múltiples y significativas:

- *Eficiencia*: El software permite realizar cálculos complejos y análisis en cuestión de segundos, lo que ahorra tiempo y esfuerzo en comparación con los métodos manuales.

- *Precisión:* Al minimizar la intervención manual, se reducen los errores humanos, lo que aumenta la precisión en los resultados. Esto es crucial para la toma de decisiones informadas.
- *Visualización de datos:* Las herramientas informáticas permiten crear gráficos y representaciones visuales que facilitan la comprensión de tendencias y patrones en los datos.
- *Acceso a grandes volúmenes de datos:* Con el software adecuado, es posible manejar y analizar grandes cantidades de datos que serían imposibles de manejar manualmente, mejorando las capacidades de análisis.
- *Flexibilidad:* El uso de software permite realizar ajustes y modificaciones a modelos y análisis de manera rápida y sencilla, lo que es esencial en un entorno económico y financiero en constante cambio.

La aplicación de software en economía y finanzas con inteligencia artificial mejora la eficiencia y la precisión y abre un mundo de oportunidades para la visualización y el análisis de datos que son esenciales en la toma de decisiones estratégicas. Los métodos numéricos son herramientas esenciales en la economía contemporánea, proporcionando soluciones a problemas complejos que no pueden resolverse mediante métodos analíticos tradicionales.

“La inteligencia artificial también permite una mayor personalización de las investigaciones. A través de la recolección de datos específicos, los investigadores pueden adaptar sus enfoques y metodologías para estudiar problemas de manera más precisa” (Alvarez et al., 2024, p. 35). Estos métodos permiten modelar situaciones económicas, evaluar políticas y predecir comportamientos en un entorno cambiante. Dos aplicaciones fundamentales de los métodos numéricos en economía son los modelos econométricos y la simulación de modelos económicos.

- ***Modelos econométricos:***

Los modelos econométricos son representaciones matemáticas de relaciones económicas que facilitan la estimación y prueba de hipótesis sobre variables económicas. Utilizan datos empíricos para estimar parámetros que describen estas relaciones. La econometría combina teoría económica, matemáticas y estadísticas para interpretar resultados y realizar pronósticos precisos (Quintana y Mendoza, 2016). El proceso general de construcción de un modelo econométrico incluye:

- *Especificación del modelo*: Definición de la relación entre las variables (independientes y dependientes) que se quiere estudiar.
- *Estimación de parámetros*: Utilización de técnicas como la regresión lineal o no lineal para estimar coeficientes a partir de datos históricos.
- *Validación del modelo*: Comprobación de la robustez del modelo a través de pruebas de hipótesis, diagnósticos y análisis de residuos.

Esta metodología es vital para la elaboración de políticas económicas, ya que permite simular escenarios y evaluar los efectos de distintas decisiones gubernamentales o económicas en variables de interés, como el PIB, la inflación o el desempleo.

- ***Simulación de modelos económicos***:

La simulación de modelos económicos es otra aplicación vital de los métodos numéricos en la economía. Consiste en crear un modelo dinámico que represente un entorno económico y luego utilizarlo para simular el comportamiento de las variables bajo diferentes condiciones. Para Larrosa (2016), la simulación de sistemas de múltiples agentes y los modelos fundamentados en agentes emplean entidades virtuales que se relacionan de acuerdo con normas en entornos regulados, facilitando la comprensión del comportamiento de los agentes reales al considerar factores como la diversidad, la dimensión espacial y la racionalidad limitada. Esta técnica se utiliza cuando los modelos teóricos son demasiado complejos para resolverlos analíticamente. Los componentes clave de la simulación incluyen:

- *Definición clara de las variables*: Identificación de las variables endógenas (dependientes del modelo) y exógenas (externas al modelo).
- *Desarrollo de algoritmos de simulación*: Implementación de métodos numéricos como métodos de Monte Carlo o métodos de diferencias finitas, que permiten generar múltiples trayectorias de resultados futuros.
- *Análisis de sensibilidad*: Evaluación de cómo cambios en las variables exógenas afectan a las variables del modelo, lo cual es crucial para entender la estabilidad del sistema.

La simulación permite a los economistas y responsables de políticas experimentar con situaciones hipotéticas, proporcionando un marco útil para la toma de decisiones informadas. Gracias a estas técnicas, se pueden anticipar los efectos de diversas estrategias de intervención en una economía, incluyendo cambios fiscales, monetarios o regulatorios.

- *Métodos Numéricos en las Finanzas:*

Los métodos numéricos se han convertido en herramientas fundamentales en el campo de las finanzas, permitiendo a los analistas y gestores de inversiones abordar problemas complejos que, de otro modo, serían intratables. Dos de las aplicaciones más destacadas de estos métodos son el análisis cuantitativo y la optimización de portafolios. Entre los modelos más destacados se encuentra el modelo de Markowitz que se ha convertido en un pilar teórico esencial para la elección de carteras de inversión y ha generado numerosos avances y aplicaciones. Sin embargo, su implementación en la práctica, por parte de gestores de cartera y analistas financieros, no es tan extensa como se podría anticipar dada su teoría exitosa (Grajales, 2009).

- *Análisis cuantitativo en finanzas:*

El análisis cuantitativo en finanzas se refiere al uso de modelos matemáticos y estadísticos para evaluar activos, gestionar riesgos y prever tendencias en los mercados. La integración de los métodos numéricos en este análisis permite realizar simulaciones que ofrecen una comprensión más profunda de la dinámica de los mercados financieros. Para Población (2015), las finanzas cuantitativas emplean métodos matemáticos característicos de la estadística y la probabilidad, junto con las herramientas de la ciencia de datos, para evaluar inversiones, determinar precios de activos, medir riesgos o anticipar tendencias. Los profesionales en este campo, que surgió a finales del siglo XX, son de los más solicitados en el ámbito financiero. Algunas de las técnicas más comunes incluyen:

- *Modelos de valoración de opciones:* Utilizando métodos como el árbol binomial o el modelo de Black-Scholes, los analistas pueden estimar el valor de opciones y otros derivados financieros, ayudando a los inversores a tomar decisiones informadas.
- *Modelos de series temporales:* Aplicar métodos numéricos como el suavizado exponencial y la regresión lineal múltiple permite identificar patrones previsibles en los precios de activos, ofreciendo indicadores de compra o venta.
- *Análisis de riesgo:* La simulación de Monte Carlo es una técnica numérica que permite evaluar el riesgo en carteras diversificadas, proveyendo estimaciones sobre pérdidas potenciales y ayudando a construir estrategias de cobertura efectivas.

- *Optimización de portafolios:*

La optimización de portafolios es otro campo clave donde los métodos numéricos tienen un impacto significativo. Este proceso implica la selección de activos para maximizar el retorno esperado y minimizar el riesgo, de allí que las finanzas comportamentales surgen del entendimiento de cómo las variables psicológicas, como las que se han mencionado, afectan las decisiones relacionadas con el dinero (Useche, 2015). Algunas de las estrategias y técnicas utilizadas son:

- *Teorema de Markowitz:* Este enfoque clásico utiliza programación cuadrática para determinar la combinación óptima de activos, considerando tanto el rendimiento esperado como la covarianza entre ellos. Los métodos numéricos hacen posible resolver problemas complejos que involucran múltiples variables.
- *Métodos de optimización estocástica:* Estos métodos toman en cuenta la incertidumbre inherente en los mercados financieros, permitiendo a los gestores de fondos modelar distintos escenarios y elegir la mejor estrategia de inversión.
- *Líneas de frontera eficiente:* A través de cálculos numéricos, los analistas pueden visualizar gráficamente la relación entre riesgo y retorno, estableciendo cuál es la cartera óptima para diferentes niveles de tolerancia al riesgo.

Los métodos numéricos enriquecen el análisis cuantitativo y la optimización de portafolios en finanzas, proporcionando herramientas que ayudan a los profesionales a tomar decisiones más informadas y efectivas. A medida que el avance tecnológico continúa, se espera que estas técnicas se integren aún más en el análisis financiero cotidiano, promoviendo un enfoque más científico en la toma de decisiones.

Los métodos numéricos aplicados mediante software han demostrado ser herramientas valiosas en el ámbito de la economía y las finanzas. A continuación, se presentan estudios de caso que ilustran el impacto y la efectividad de estas técnicas tanto en el sector financiero como en las políticas económicas. Ejemplo de ello, es que entidades bancarias han implementado modelos de simulación Monte Carlo para evaluar el riesgo de sus portafolios de inversión (Broby, 2022).

Este enfoque ha permitido a los bancos mejorar su gestión del riesgo, optimizar el uso de capital y cumplir con los requisitos regulatorios. En general,

las empresas del sector finanzas han utilizado software de análisis estadístico para desarrollar modelos predictivos que les permitan estimar el valor futuro de acciones y commodities. Esto les ha brindado una ventaja competitiva al tomar decisiones de inversión basadas en predicciones más precisas que las que pueden obtenerse sin la ayuda de métodos numéricos. Además, el uso de algoritmos de machine learning ha revolucionado la forma en que se realiza el trading, permitiendo a los traders identificar patrones de comportamiento en los mercados que antes pasaban desapercibidos.

4.1.2 Aplicaciones en políticas económicas

El uso de métodos numéricos también se extiende a la formulación y evaluación de políticas económicas. Por ejemplo, muchos gobiernos utilizan modelos econométricos para prever el impacto de la implementación de políticas fiscales o monetarias. Al simular diferentes escenarios económicos, los planificadores pueden analizar cómo las variaciones en impuestos o tasas de interés afectarán variables clave como el crecimiento económico, el empleo y la inflación.

Un caso concreto es el uso de modelos de equilibrio general computable (CGE) para evaluar el impacto de tratados comerciales. Estos modelos permiten a los economistas analizar cómo los cambios en las tarifas arancelarias pueden influir en el bienestar económico de diferentes sectores y grupos sociales. Para Lalanne y Sánchez (2019), *“Actualmente las estimaciones empíricas utilizan efectos fijos para determinar los parámetros. Esto no requiere de fuertes supuestos estructurales en el modelo subyacente. En general los gravities utilizan información a lo largo del tiempo. En dichos casos se requiere que la estimación de efectos fijos también considere el tiempo. Si se realizan gravities estructurales con variación en las industrias, también se requiere que los efectos varíen por industria”* (p. 21).

En este sentido, al simular políticas económicas a través de software, se pueden anticipar efectos no esperados y hacer ajustes antes de la implementación. Los estudios de caso y ejemplos prácticos ilustran claramente cómo, en el contexto actual, los métodos numéricos aplicados con software no solo aumentan la precisión en los análisis financieros y económicos, sino que también proporcionan nuevas oportunidades para la toma de decisiones estratégicas.

Los métodos numéricos aplicados en economía y finanzas ofrecen una potente herramienta para el análisis y la toma de decisiones. Si bien, su

implementación no está exenta de limitaciones que es necesario considerar. Este capítulo aborda dos aspectos clave: la precisión y los errores numéricos, así como los controles del software aplicado (Rodríguez, 2003). La precisión en los cálculos numéricos es fundamental, ya que los resultados pueden influir significativamente en la toma de decisiones económicas y financieras. Los métodos numéricos, particularmente aquellos que implican aproximaciones, pueden introducir errores que afectan la validez de los resultados. Existen varios tipos de errores que se pueden presentar:

- *Errores de redondeo*: Surgen debido a la limitación en la representación de los números en formato digital. Cuando se realizan operaciones aritméticas, los valores pueden redondearse, lo que provoca pequeñas discrepancias que se acumulan y pueden llevar a resultados incorrectos en iteraciones sucesivas.
- *Errores de truncamiento*: Ocurren cuando se detiene el cálculo antes de alcanzar la solución exacta. Por ejemplo, al utilizar series de Taylor o métodos iterativos, la omisión de términos puede resultar en una imprecisión del resultado final.
- *Errores de modelo*: Incluyen las suposiciones y simplificaciones realizadas en los modelos econométricos o financieros. Un modelo que no capta adecuadamente la complejidad de un fenómeno puede llevar a predecir comportamientos erróneos.

Por lo tanto, es crucial realizar un análisis exhaustivo de la precisión de los resultados obtenidos a través de métodos numéricos y ser conscientes de las implicaciones que los errores pueden tener en decisiones estratégicas. El uso de software especializado en la implementación de métodos numéricos también presenta limitantes:

- *Dependencia del usuario*: La efectividad del software depende del conocimiento y la experiencia del usuario. Un operador inexperimentado puede malinterpretar los resultados o configurar incorrectamente los parámetros, lo que puede llevar a decisiones equivocadas.
- *Limitaciones del algoritmo*: No todos los problemas pueden ser resueltos de manera óptima por los algoritmos disponibles. Algunos problemas complejos pueden requerir métodos que no están implementados en ciertos software, lo que limita su aplicación.
- *Costo y accesibilidad*: Mientras que algunos programas son gratuitos, otros pueden ser costosos y requerir licencias. Esto puede ser un obstáculo,

especialmente para pequeñas empresas o países en vías de desarrollo que no tienen acceso a recursos tecnológicos avanzados.

Aunque los métodos numéricos y el software asociado representan herramientas valiosas en economía y finanzas, es esencial ser conscientes de condiciones que pueden influir en sus resultados y en la toma de decisiones. Los métodos numéricos aplicados a la economía y finanzas con inteligencia artificial representan un avance significativo en la forma de analizar y modelar problemas complejos, es decir, los métodos tradicionales revisten de estar limitados por la información dimensional de las propias corporaciones y son exiguos para abordar la complejidad y el afanoso fraude financiero moderno (Li et al., 2024).

A través del uso de software especializado, los economistas y financieros pueden llevar a cabo análisis que, de otro modo, resultarían complicados o incluso imposibles de realizar manualmente. Estas herramientas permiten abordar situaciones que involucran variables interdependientes, ruido en los datos y condiciones de frontera difíciles de caracterizar analíticamente.

Un aspecto crucial de este enfoque es su capacidad para procesar grandes cantidades de datos y extraer información útil que puede guiar la toma de decisiones. Por ejemplo, los modelos econométricos, que son esenciales para prever comportamientos del mercado, se benefician enormemente de la computación numérica. La simulación de escenarios económicos también es facilitada por estos métodos, lo que permite a los analistas evaluar diferentes políticas y estrategias en un entorno controlado.

Hasta cierto punto, es importante destacar que la efectividad de estos métodos depende en gran medida de la calidad de los datos y de las suposiciones en las que se basan los modelos. La precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos son cruciales para la validez de las conclusiones que se derivan de ellos. Por tanto, es esencial que los profesionales en el campo sigan actualizándose y mejorando sus habilidades en el uso de estas herramientas.

Se prevé que la capacidad de estas tecnologías para manejar y aprender de grandes volúmenes de datos transforme por completo la forma en que se llevan a cabo los análisis financieros. Por ejemplo, el uso de redes neuronales para la predicción de mercados financieros o la optimización de portafolios podría mejorar la precisión y efectividad en la toma de decisiones (Ridzuan et al., 2024). Además, la integración de métodos numéricos con técnicas de visualización data-driven permitirá a los economistas y financieros presentar sus hallazgos de

manera más intuitiva y comprensible; esto puede facilitar la comunicación de información compleja a inversores y a la toma de decisiones de políticas públicas.

Habrà que prestar atención a la ética y deontología de privacidad que surjan con el tratamiento de grandes conjuntos de datos. A medida que se avanza en el uso de métodos numéricos, es fundamental garantizar que se respeten los derechos de los individuos y que estos métodos no perpetúen sesgos existentes. Por ende, la evolución de los métodos numéricos aplicados a la economía y finanzas abre nuevas puertas para análisis más robustos y fundamentados, mejorando así la toma de decisiones y la planificación estratégica en el ámbito económico global.

4.2 Matemática financiera: Métodos basados en redes neuronales artificiales

La simbiosis entre la matemática financiera y las redes neuronales artificiales ha dado lugar a una evolución significativa en los enfoques de predicción y modelización. Para Del Carpio (2005), en la literatura científica concurren algoritmos para maximizar la selección de la arquitectura, pero por encima de todo, está la práctica y la fase de prueba, los cuales se convierten en excelentes criterios de elegibilidad.

Las redes neuronales artificiales son estructuras computacionales inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano, capaces de aprender y generalizar patrones a partir de datos. Esto las convierte en herramientas ideales para la modelización y predicción en el ámbito financiero, donde los datos históricos son abundantes y las relaciones no lineales a menudo son complejas. Algunos de los principales beneficios de utilizar redes neuronales para estos propósitos son:

- Flexibilidad en la modelización: A diferencia de los modelos tradicionales que a menudo requieren suposiciones estrictas (por ejemplo, normalidad en la distribución de errores), las redes neuronales pueden adaptarse a una amplia variedad de formas y patrones en los datos, permitiendo la modelización de relaciones no lineales.
- Aprendizaje a partir de datos: Las redes neuronales son capaces de procesar y aprender de grandes volúmenes de datos, lo que les permite identificar tendencias y patrones que podrían no ser evidentes a simple vista. Esto puede resultar en predicciones más precisas sobre el comportamiento futuro de activos financieros.

- **Generalización:** Una vez entrenadas adecuadamente, las redes neuronales pueden generalizar a nuevos datos que no han sido parte del conjunto de entrenamiento, lo que es fundamental para la predicción en tiempo real.

Un caso destacado del uso de redes neuronales en la modelización y predicción es su implementación para anticipar el precio de acciones o divisas. El entrenamiento de redes neuronales con información histórica sobre precios, volúmenes de operaciones y otros índices económicos, es posible realizar pronósticos sobre futuros movimientos de precios que, en ciertas ocasiones, superan a los métodos convencionales en cuanto a precisión (Villada et al., 2016). El análisis de riesgos es fundamental en la toma de decisiones financieras, ya que permite a las empresas y a los inversores identificar y cuantificar el riesgo asociado a sus inversiones. Las redes neuronales han demostrado ser particularmente útiles en este ámbito por varias razones:

- *Identificación de riesgos ocultos:* Las redes neuronales pueden descubrir patrones en los datos que pueden no ser inmediatos a través de métodos de análisis convencional. Esto es especialmente importante en el contexto de riesgos financieros donde las relaciones entre variables pueden ser complicadas y no lineales.
- *Modelos de riesgo de crédito:* Una de las aplicaciones principales de las redes neuronales es en la evaluación del riesgo crediticio, donde pueden utilizarse para determinar la probabilidad de que un prestatario incumpla en sus pagos. Al analizar datos históricos sobre préstamos, pagos y características del prestatario, las redes neuronales pueden proporcionar una evaluación más ajustada del riesgo de un préstamo específico.
- *Evaluación del riesgo de mercado:* Las redes neuronales también pueden ser empleadas para evaluar el riesgo de mercado asociado a carteras de inversiones. A través de simulaciones y el análisis de datos históricos de precios, estos modelos pueden ayudar a medir la volatilidad y el riesgo potencial de pérdidas en diferentes escenarios de mercado.
- *Desempeño en condiciones de estrés:* En situaciones de alta volatilidad o crisis, las redes neuronales pueden ser ajustadas para evaluar cómo se comportarían los activos bajo diferentes supuestos de mercado. Esto es crucial para la gestión de riesgos, ya que permite a las instituciones financieras preparar respuestas adecuadas ante condiciones adversas.

La combinación de su capacidad para aprender a partir de datos y su flexibilidad en la modelización les convierte en herramientas poderosas en un

entorno financiero cada vez más complejo y dinámico. A medida que la tecnología avanza y más datos se vuelven disponibles, la utilización de redes neuronales en finanzas seguirá evolucionando, ofreciendo nuevas oportunidades para los profesionales del sector.

4.2.1 Comparativa entre Métodos Tradicionales y Neuronales

La comparativa entre los métodos tradicionales de la matemática financiera y los métodos basados en redes neuronales artificiales es un tema de gran relevancia en el contexto actual, donde la tecnología y el análisis de datos juegan un papel crucial en la toma de decisiones financieras. El uso de redes neuronales artificiales en la matemática financiera ha crecido exponencialmente en las últimas décadas, impulsado por la capacidad de estas tecnologías para manejar grandes volúmenes de datos y encontrar patrones complejos. En cierto modo, a pesar de sus ventajas, existen importantes retos y prohibiciones que deben ser considerados. Se hace énfasis en dos aspectos cruciales: los aspectos técnicos y los factores económicos que aquejan la implementación de redes neuronales en el ámbito financiero.

El enfoque principal de la utilización de redes neuronales en finanzas es el *overfitting*, que ocurre cuando un modelo aprende demasiado bien los datos de entrenamiento, capturando ruido en lugar de la señal real. Este problema es especialmente prevalente en el ámbito financiero, dado que los mercados son altamente volátiles y están influenciados por innumerables factores impredecibles. Para mitigar el *overfitting*, se pueden aplicar varias técnicas, como la regularización, la reducción de la complejidad del modelo o el uso de conjuntos de datos más amplios para entrenar la Red Neuronal.

Otro aspecto técnico crítico es la elección de la arquitectura adecuada de la red. Existen múltiples tipos de redes neuronales, es decir, redes neuronales profundas (DNN), redes neuronales convolucionales (CNN), y redes de memoria a largo plazo (LSTM) cada una con sus propias características y ventajas. Sin embargo, seleccionar la mejor arquitectura para un problema específico puede ser complicado y requiere un profundo conocimiento del dominio financiero (Pawlicki et al., 2022). Además, las decisiones sobre la cantidad de capas, el número de neuronas por capa y la función de activación deben tomarse cuidadosamente, ya que estas influirán directamente en la capacidad del modelo para aprender y generalizar.

Otro reto técnico es la preprocesamiento de datos. Los datos financieros son a menudo ruidosos e incompletos, lo que puede afectar el rendimiento de la red neuronal. Por ello, es fundamental implementar técnicas de limpieza y normalización de datos para asegurar una mejor calidad de entrada. La selección de características también juega un papel crucial; se debe decidir qué variables se incluirán en el modelo, pues no todas las variables disponibles son relevantes o útiles para el objetivo de predicción. Además, los modelos de redes neuronales pueden ser computacionalmente intensivos. El entrenamiento de redes profundas puede requerir hardware especializado y considerable tiempo de cómputo, especialmente si se trabaja con grandes conjuntos de datos. Esto puede ser una limitación significativa para muchas instituciones financieras que no disponen de los recursos necesarios.

Los factores económicos también representan un gran reto en la implementación de redes neuronales en finanzas. La regulación del mercado es un aspecto crítico a considerar. En muchos países, las instituciones financieras están sujetas a estrictas regulaciones que limitan la forma en que pueden analizar y utilizar los datos. Esto puede dificultar la implementación de modelos de redes neuronales, que a menudo requieren acceso a grandes volúmenes de datos de diversas fuentes para ser efectivos.

Adicionalmente, los cambios abruptos en las condiciones del mercado pueden hacer que los modelos entrenados se tornen obsoletos rápidamente. Por ejemplo, durante crisis financieras o eventos inesperados como la pandemia de COVID-19, los patrones de comportamiento de los mercados pueden cambiar drásticamente, lo que desafía la utilidad de los modelos basados en datos históricos. En este sentido, la adaptabilidad se convierte en un factor crucial, aunque difícil de implementar, dado que los modelos deben reevaluarse y reajustarse continuamente.

En general, la inversión inicial necesaria para desplegar redes neuronales puede ser significativa. Las pequeñas y medianas empresas pueden encontrar dificultad para justificar la inversión en infraestructura, software y personal especializado en comparación con las grandes instituciones que pueden amortizar esta inversión con mayor facilidad. Esto puede resultar en una disparidad en el acceso a tecnologías avanzadas y limitar la competitividad de los actores más pequeños en el sector financiero. Aunque las redes neuronales artificiales ofrecen un potencial significativo para la matemática financiera, enfrentan barreras técnicas y económicas que deben ser cuidadosamente

gestionados (Pérez y Fernández, 2007). La comprensión de estos retos es fundamental para la implementación efectiva de estas tecnologías en un campo tan dinámico y crítico como el financiero.

Conclusiones

En cierto sentido, es crucial que las implementaciones de IA sean éticas y responsables, la sostenibilidad no debe ser solo un objetivo en términos de recursos, sino también en cómo se desarrollan y aplican las tecnologías. Esto abarca consideraciones sobre el impacto social y el cuidado en la creación de sistemas que beneficien a toda la sociedad.

Las oportunidades asociadas con la inteligencia artificial en el ámbito productivo son numerosas; el fomento de la innovación continua y el compromiso con la sostenibilidad son elementos clave que influirán en el futuro de la IA en el país. La adopción de sistemas que utilizan IA ha permitido a diversas industrias mejorar su operativa, aumentar la eficiencia y reducir costos.

En el sector manufacturero, por ejemplo, la utilización de robots y sistemas de automatización ha revolucionado la producción, permitiendo un aumento considerable en la productividad. En el sector agrícola, tecnologías como drones y análisis de datos han facilitado la implementación de prácticas más sostenibles y efectivas, mejorando, además, la capacidad de respuesta ante cambios en el mercado.

El estudio también nos ha permitido notar que, aunque la implementación de la inteligencia artificial presenta aspectos éticos que no se pueden ignorar, uno de los hallazgos más relevantes es su influencia en el campo macroeconómico, ya que la automatización de ciertos procesos podría resultar en una reducción de empleos, especialmente en áreas de menor cualificación. Esto, a su vez, genera preocupaciones sobre la desigualdad y la necesidad de formular políticas que aseguren la inclusión de todos en este nuevo contexto socioeconómico.

Entonces, el sistema de contabilidad macroeconómica es un pilar esencial del análisis y la gestión económica. Sus elementos básicos y su importancia en la economía global permiten a los responsables políticos, economistas y ciudadanos en general comprender mejor la complejidad de las dinámicas económicas en juego, favoreciendo así la creación de un entorno más estable y próspero. De cara al futuro, es esencial continuar investigando y desarrollando la inteligencia artificial de forma ética y responsable, pues, las proyecciones sugieren que la IA seguirá avanzando y ampliando su influencia en el sector productivo, lo que exigirá que empresas y gobiernos deben colaborar en cuanto a la regulación y la capacitación.

Bibliografía

- Abascal, J., y Moriyón, R. (2002). Tendencias en Interacción Persona Computador. Inteligencia Artificial. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 6(16), 9-24
- Abeles, M., Pérez, E., y Valdecantos, S. (2018). *Estudios sobre financierización en América Latina*. Santiago de Chile: Naciones Unidas
- Alvarez, A.M., García, H.D., Sánchez, V., Panta, J.M., Balcázar, J.E.J., Asnate, E.J., y Baca, J.W. (2024). *Inteligencia artificial y ciencia de datos en metodología de la investigación científica*. Colonia del Sacramento: Editorial Mar Caribe. <https://doi.org/10.17613/v08zg-fp681>
- Aragón, G., y Ruiz, J. (2023). *Reformas económicas para un Perú sostenible*. Lima: Escuela de Gestión Pública de la Universidad del Pacífico, Universidad del Pacífico.
- Arenas de Mesa, A. (2016). *Sostenibilidad fiscal y reformas tributarias en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL
- Argandoña, A. (1990). *El pensamiento económico de Milton Friedman*. Universidad de Navarra
- Arguelles Toache, E. (2024). Beneficios y riesgos del uso de la Inteligencia Artificial en el Servicio de Administración Tributaria de México (SAT). Un análisis desde la perspectiva de investigadores académicos. *PAAKAT: revista de tecnología y sociedad*, 14(27), e885. <https://doi.org/10.32870/pk.a14n27.885>
- Assimakopoulos, F., Vassilakis, C., Margaris, D., Kotis, K. y Spiliotopoulos, D. (2024). Herramientas de inteligencia artificial para la cadena de valor agrícola: situación y perspectivas. *Electronics*, 13 (22), 4362. <https://doi.org/10.3390/electronics13224362>
- Ayina, D. (2020). *Inteligencia artificial, una palanca de desarrollo humano integral en África: oportunidades y desafíos éticos y antropológicos* [Tesis de Maestría]. Universidad Pontificia Comillas
- Baena Paz, G. (2015). *Planeación prospectiva estratégica: teorías, metodologías y buenas prácticas en América Latina*. México D. F.: Universidad Nacional Autónoma De México

Bellomo, S., y Oszlak, O. (2020). *Desafíos de la administración pública en el contexto de la Revolución 4.0*. Buenos aires: Konrad-Adenauer-Stiftung

Benhamou, S. (2022). *La transformación del trabajo y el empleo en la era de la inteligencia artificial: análisis, ejemplos e interrogantes* (LC/TS.2022/85). Santiago de Chile: CEPAL

Broby, D. (2022). El uso de análisis predictivo en finanzas. *Revista de finanzas y ciencia de datos*, 8, 145-161. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2022.05.003>

Carranco Gallardo, Z., y Venegas-Martínez, F. (2009). Políticas fiscal y monetaria óptimas en una economía pequeña y abierta. *Problemas del desarrollo*, 40(156), 29-46

Castro Contreras, J.R. (s/f). La inteligencia artificial y su aplicación en los negocios internacionales. *Revista Digital Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos*. Recuperado de https://www.administracion.usmp.edu.pe/revista-digital-usmp/entrada_7/la-inteligencia-artificial-y-su-aplicacion-en-los-negocios-internacionales/

Cenia. (agosto de 2023). *Índice latinoamericano de inteligencia artificial*. Cenia. <https://indicelatam.cl/wp-content/uploads/2023/08/ILIA-2023.pdf>

Cerdá, E., y Khalilova, A. (s/f). Economía circular. *Economía circular, estrategia y competitividad empresarial*. Recuperado de <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2024a, 15 02). *CEPAL lanzó Observatorio de Desarrollo Digital para contribuir a la transformación digital de América Latina y el Caribe* [Comunicado de prensa]. <https://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-lanzo-observatorio-desarrollo-digital-contribuir-la-transformacion-digital-america>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Tecnologías digitales para un nuevo futuro* (LC/TS.2021/43). Santiago de Chile: CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe* (LC/PUB.2022/9-P/Rev.1). Santiago de Chile: CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2024b). *Superar las trampas del desarrollo de América Latina y el Caribe en la era digital: el potencial transformador de las tecnologías digitales y la inteligencia artificial* (LC/CMSI.9/3), Santiago: CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Superar las trampas del desarrollo de América Latina y el Caribe en la era digital: el potencial transformador de las tecnologías digitales y la inteligencia artificial* (LC/CMSI.9/3), Santiago: CEPAL

Cornejo Cachay, D.L. (2023). La inteligencia artificial y su incidencia en el mercado laboral peruano. *Revista De Derecho Procesal Del Trabajo*, 6(8), 179-214. <https://doi.org/10.47308/rdpt.v6i8.752>

Cornejo Cachay, D.L. (2023). La inteligencia artificial y su incidencia en el mercado laboral peruano. *Revista De Derecho Procesal Del Trabajo*, 6(8), 179-214. <https://doi.org/10.47308/rdpt.v6i8.752>

Corvalán, J.G. (2018). Inteligencia artificial: retos, desafíos y oportunidades – Prometea: la primera inteligencia artificial de Latinoamérica al servicio de la Justicia. *Revista De Investigações Constitucionais*, 5(1), 295–316. <https://doi.org/10.5380/rinc.v5i1.55334>

De Carvalho, F. (1992). *Mr. Keynes and the Post Keynesians: Principles of Macroeconomics for a Monetary Production Economy*. Aldershot: Edward Elgar Publishing.

El País. (2021, 01 12). *El impacto de la IA en la toma de decisiones: ventajas y retos* [Comunicado de prensa]. <https://elpais.com/economia/entorno-seguro/2021-12-01/cuales-son-los-dilemas-eticos-del-uso-de-la-inteligencia-artificial.html>

El País. (2024, 15 07). *El impacto de la IA en la toma de decisiones: ventajas y retos* [Comunicado de prensa]. <https://profesional.elpais.com/conoce-mas/el-impacto-de-la-ia-en-la-toma-de-decisiones-ventajas-y-retos>

Elizalde, A. (2003). *Planificación estratégica territorial y políticas públicas para el desarrollo local*. Santiago de Chile: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES)

Ezquerro Fernández, J.A. (2012). *Iniciación a los métodos numéricos*. Logroño: Universidad de la Rioja, Servicio de Publicaciones

Gligo, N. (2007). *Políticas activas para atraer inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL

González Monguí, P.E. (2009). *Derechos económicos, sociales y culturales*. Bogotá: Universidad Libre de Colombia

Grajales Bedoya, D.D. (2009). Gestión de portafolios. Una mirada crítica más allá de Markowitz. *AD-minister*, (15), 154-162

Lalanne, A., y Sánchez, G. (2019). *Evaluación del impacto de acuerdos comerciales: metodologías, experiencias internacionales y aplicaciones para el caso uruguayo, serie Estudios y Perspectivas-Oficina de la CEPAL en Montevideo, N° 41 (LC/TS.2019/122-LC/MVD/TS.2019/4)*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Larrosa, J.M. (2016). Agentes computacionales y análisis económico. *Revista de Economía Institucional*, 18(34), 87–113.
<https://doi.org/10.18601/01245996.v18n34.07>

León León, J., y de la Rosa Mendoza, J.R. (2005). Política monetaria, cortos y estabilidad macroeconómica. *Análisis Económico*, 20(43), 291-326

Li, X., Chu, L., Li, Y., Xing, Z., Ding, F., Li, J. y Ma, B. (2024). Un sistema inteligente de apoyo a la detección de fraudes financieros basado en la penetración de relaciones de tres niveles. *Mathematics*, 12 (14), 2195.
<https://doi.org/10.3390/math12142195>

Medina, J., Becerra, S., y Castaño, P. (2014). *Prospectiva y política pública para el cambio estructural en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL

Medina-López, A., Jiménez-Partearroyo, M., y Cámara, Á. (2024). Un modelo de equilibrio general computable dinámico para la optimización en análisis de negocios: simulación del impacto de shocks de inversión. *Matemáticas*, 12 (1), 41.
<https://doi.org/10.3390/math12010041>

Mohammadi Lanbaran, N., Naujokaitis, D., Kairaitis, G., Jenciūtė, G. y Radziukynienė, N. (2024). Descripción general de las startups que desarrollan inteligencia artificial para el sector energético. *Ciencias Aplicadas*, 14 (18), 8294.
<https://doi.org/10.3390/app14188294>

Molina, M. (2006). *Métodos de resolución de problemas: Aplicación al diseño de sistemas inteligentes*. Madrid: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid

Muñoz Restrepo, C.A. (2014). La inteligencia artificial y la contabilidad. Lógica borrosa y representación del conocimiento. *Lumina*, 15, 146-172

Pawlicki, M., Kozik, R., y Choras, M. (2022). Una encuesta sobre redes neuronales para la (ciber)seguridad y la (ciber)seguridad de las redes neuronales. *Neurocomputación*, 500, 1075-1087. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.06.002>

Peñalver-Higuera, M.J., y Isea-Argüelles, J.J. (2024). Transformación hacia fábricas inteligentes: El papel de la IA en la industria 4.0. *Ingenium Et Potentia*, 6(10), 38–53. <https://doi.org/10.35381/i.p.v6i10.3742>

Pérez Ramírez, F.O., y Fernández Castaño, H. (2007). Las redes neuronales y la evaluación del riesgo de crédito. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 6(10), 77-91.

Petropoulos, F., Laporte, G., Aktas, E., Alumur, S.A., Archetti, C., Ayhan, H., y Zhao, X. (2023). Operational Research: methods and applications. *Journal of the Operational Research Society*, 75(3), 423–617. <https://doi.org/10.1080/01605682.2023.2253852>

Platon, V., Florin-Marius, P., Antonescu, D., Constantinescu, A., Frone, F., Surugiu, M., Mazilescu, R., & Popa, F. (2024). New evidence about artificial intelligence and eco-investment as boosters of the circular economy, *Environmental Technology & Innovation*, 35, 103685. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2024.103685>

Población Garcia, F.J. (2015). *Finanzas Cuantitativas Básicas*. Madrid: Ediciones Paraninfo

Quintana Romero, L., y Mendoza, M.A. (2016). *Econometría aplicada usando R*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México

Ridzuan, N.N., Masri, M., Anshari, M., Fitriyani, N.L. y Syafrudin, M. (2024). IA en el sector financiero: la línea entre innovación, regulación y responsabilidad ética. *Información*, 15 (8), 432. <https://doi.org/10.3390/info15080432>

Rodríguez Rodríguez, P.A. (2003). *Diseño de un software para la solución numérica de sistemas de ecuaciones lineales, integración y aproximación* [Tesis de Grado]. Universidad de El Salvador

Ros, J. (2012). La Teoría General de Keynes y la macroeconomía moderna. *Investigación económica*, 71(279), 19-37

Sánchez Acevedo, M. (2022). La inteligencia artificial en el sector público y su límite respecto de los derechos fundamentales. *Estudios constitucionales*, 20(2), 257-284. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-52002022000200257>

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2008). *La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica

Solis Rosales, R., y Cruz Romero, M. A. (2021). Flujo circular y desenvolvimiento económico en el pensamiento monetario de Joseph Alois Schumpeter. *Economía: teoría y práctica*, (54), 17-36. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/542021/solis>

Tejeda-Villanueva, A., Blanco-Jiménez, M., y Guerra-Moya, S. (2019). Factores que impulsan las importaciones de las empresas de alimentos procesados, mejorando su competitividad. *Investigación Administrativa*, 48(124). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456059299007>

Terrones Rodríguez, A.L. (2022). Ética para la inteligencia artificial sostenible. *Arbor*, 198(806), a683. <https://doi.org/10.3989/arbor.2022.806013>

Useche Arévalo, A.J. (2015). Construcción de portafolios de inversión desde las finanzas del comportamiento: Una revisión crítica. *Cuadernos de Administración*, 28(51), 11-43. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/205/20543851001.pdf>

Villada, F., Muñoz, N., y García-Quintero, E. (2016). Redes Neuronales Artificiales aplicadas a la Predicción del Precio del Oro. *Información tecnológica*, 27(5), 143-150. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000500016>

Xie, Y., Eftelioglu, E., Ali, R.Y., Tang, X., Li, Y., Doshi, R. y Shekhar, S. (2017). Fundamentos transdisciplinarios de la ciencia de datos geoespaciales. *Revista internacional de geoinformación de la ISPRS*, 6 (12), 395. <https://doi.org/10.3390/ijgi6120395>

De esta edición de *“Métodos de inteligencia artificial aplicados al desarrollo de sistemas económicos y financieros centrados en técnicas numéricas”* se terminó de editar en la ciudad de Colonia del Sacramento, República Oriental del Uruguay, el 26 de diciembre del año 2024.

MÉTODOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADOS AL DESARROLLO DE SISTEMAS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS CENTRADOS EN TÉCNICAS NUMÉRICAS



ISBN: 978-9915-9752-0-7

URUGUAY - 2024



9 789915 975207