

**Aplicación de los modelos de inteligencia artificial como apoyo en la toma de decisiones, en  
el marco de la gestión de proyectos**

Emilce Rojas Patiño

Asesor

Denis Manuel Roa García

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI  
Maestría en Gestión de Proyectos

2024

## Resumen

La aplicación de sistemas de inteligencia artificial, que parecía tan lejana unos pocos decenios atrás, ya está presente en todas las actividades humanas relacionadas con el comercio, la investigación científica, la salud, la economía y la política, entre otras muchas áreas en las que se puede apreciar su utilidad. Actualmente, cuando hablamos de negocios, gestión de conocimientos de proyectos y, en particular, toma de decisiones, el papel de los modelos de inteligencia artificial en la resolución de problemas en el día a día de una organización es muy importante. Por lo tanto, el objetivo de esta monografía es evaluar el uso de modelos de inteligencia artificial como apoyo en el proceso de toma de decisiones en el marco de gestión de conocimientos del proyecto, para lo cual se utilizó una evaluación crítica de la documentación seleccionada mediante la búsqueda de términos descriptores en las bases de datos correspondientes a *Scopus*, *Science Direct* e *IEEE*, entre otras. Todo esto permitió el desarrollo de cada uno de los objetivos formulados, concluyendo no solo el alcance teórico y conceptual de la inteligencia artificial, sino también la aplicación específica de los modelos existentes en la gestión de proyectos y los casos de éxito de su uso actual.

***Palabras Claves:*** Gestión de la información, Gestión de proyectos, Inteligencia artificial, Modelos de Inteligencia Artificial.

### **Abstract**

The application of artificial intelligence systems, which seemed so distant a few decades ago, is already present in all human activities related to commerce, scientific research, health, economics and politics, among many other areas where its usefulness can be appreciated. Nowadays, when we talk about business, project knowledge management and, in particular, decision making, the role of artificial intelligence models in solving problems in the day-to-day life of an organization is very important. Therefore, the objective of this monograph is to evaluate the use of artificial intelligence models as a support in the decision-making process in the project knowledge management framework, for which a critical evaluation of the selected documentation was used by means of the search of descriptor terms in the databases corresponding to Scopus, Science Direct and IEEE, among others. All this allowed the development of each of the formulated objectives, concluding not only the theoretical and conceptual scope of artificial intelligence, but also the specific application of the existing models in project management and the success cases of its current use.

***Keywords:*** Information Management, Project Management, Artificial Intelligence, Artificial, Intelligence Models.

## Tabla de contenido

<i>Resumen</i> .....	2
<i>Abstract</i> .....	3
<i>Introducción</i> .....	8
<i>Problema</i> .....	10
<i>Descripción del problema</i> .....	10
<i>Formulación del problema</i> .....	14
<i>Alcance, limitaciones y viabilidad del proyecto (monografía)</i> .....	15
<i>Alcances</i> .....	15
<i>Limitaciones</i> .....	15
<i>Viabilidad</i> .....	15
<i>Objetivos</i> .....	17
<i>Objetivo general</i> .....	17
<i>Objetivos específicos</i> .....	17
<i>Marco teórico - conceptual</i> .....	18
<i>Gestión del conocimiento</i> .....	18
<i>Definición</i> .....	18
<i>Gestión del conocimiento para los negocios</i> .....	18
<i>Tipos de sistemas de gestión del conocimiento</i> .....	20
<i>Inteligencia artificial (IA)</i> .....	22
<i>Historia y evolución de la IA</i> .....	22
<i>Tipos de inteligencia artificial</i> .....	23
<i>Inteligencia Artificial asociada a la gerencia de proyectos</i> .....	27

<i>Modelos de inteligencia artificial</i> .....	33
<i>Selección de modelos de IA para la gestión del conocimiento de proyectos</i> .....	43
<i>Diseño metodológico</i> .....	46
<i>Enfoque de la investigación</i> .....	46
<i>Modelos de inteligencia artificial aplicados en la gerencia de proyectos</i> .....	49
<i>Factores a tener en cuenta para la selección del modelo de IA de acuerdo al proyecto a desarrollar</i> .....	66
<i>Aplicaciones de modelos de IA correspondientes a la toma de decisiones. (Casos de éxito)</i> .....	84
<i>Conclusiones</i> .....	94
<i>Referencias</i> .....	98

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Factores identificados en estudios previos</i> .....	29
<b>Tabla 2</b> <i>Intervención de expertos.</i> .....	31
<b>Tabla 3</b> <i>Factores y categorías identificados en la intervención</i> .....	32
<b>Tabla 4</b> <i>Calculo de las diferentes distribuciones probabilísticas</i> .....	72
<b>Tabla 5</b> <i>Grado de exactitud del algoritmo desarrollado</i> .....	73
<b>Tabla 6</b> <i>Tecnologías clave de IA y sus productos o servicios (1)</i> .....	85
<b>Tabla 7</b> <i>Tecnologías claves de IA y sus productos o servicios (2)</i> .....	87

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> “Cadena de valor del negocio del conocimiento” .....	21
<b>Figura 2</b> “Metodología aplicada” .....	48
<b>Figura 3</b> “Línea de tiempo evolución de la inteligencia artificial IA” .....	49
<b>Figura 4</b> “Funciones y aplicación de la IA en los negocios” .....	52
<b>Figura 5</b> “Reglas de un Sistema Experto” .....	55
<b>Figura 6</b> “Funcionamiento de las redes naturales en la IA” .....	57
<b>Figura 7</b> “Aplicaciones actuales de la industria principalmente en Narrow IA” .....	60
<b>Figura 8</b> “Herramientas IA aplicadas a los servicios financieros” .....	63
<b>Figura 9</b> “Aplicaciones de la IA en el contexto financiero” .....	65
<b>Figura 10</b> “IA aplicada la gerencia de proyectos” .....	67
<b>Figura 11</b> “Modelos conceptuales revisados en el estudio” .....	71
<b>Figura 12</b> “Un ejemplo típico de construcción de proceso ágil” .....	76
<b>Figura 13</b> “Arquitectura de un asistente de gestión de proyectos ágiles impulsados por la IA” .....	78
<b>Figura 14</b> “La tendencia futura de la aplicación de IA en la gestión empresarial de las empresas de la red eléctrica” .....	88

## Introducción

El conjunto de innovaciones tecnológicas aplicadas en numerosos campos de actividad humana se conoce como *artificial intelligence*, o AI. Se considera una solución muy importante en muchas disciplinas de conocimiento y conocimiento, en las que la toma de decisiones está implícita en el manejo de la información de los proyectos.

Toda organización al alinearse con tecnologías adecuadas y aprovecharlas de manera efectiva, pueden fortalecer su posición competitiva y asegurar un futuro más seguro y prometedor.

El entorno en el que se integra la inteligencia artificial, su conceptualización, sus modelos y su aplicación en el mundo empresarial puede atraer a expertos y no expertos en el tema porque, sin saberlo, se ha utilizado en muchos aspectos de las actividades diarias de las personas y empresas, como administrar un banco, comprar algo y realizar investigación de mercado, entre otros.

Se tiene, por tanto, que es indispensable el uso de la IA en todo tipo de organizaciones, sean públicas o privadas, industriales, de servicios, instituciones educativas, entre otros ámbitos empresariales que pudieran requerir el empleo de la IA para la toma de decisiones sencillas o muy complejas, en menor tiempo y con mayor certeza sin llegar a esperar si la solución o alternativa seleccionada se pone en marcha y/o se implementa.

En este orden de ideas, se intentó realizar la evaluación de la aplicación de modelos de IA para la toma de decisiones en el marco de la gestión de conocimiento de proyectos, para lo cual se llevó a cabo una selección y análisis crítico de documentos encontrados en las distintas bases de datos indexadas (*Scopus*, *Science Direct*, *IEEE*, entre otras), lo cual permitió desarrollar los

diferentes capítulos, que incluye la descripción del marco teórico – conceptual de la temática abordada.

seguido de la identificación de los modelos de IA aplicados a la gestión de proyectos, para continuar con los factores que se deben tener en cuenta por parte de los gerentes. Para seleccionar la herramienta o modelo IA que más se adecua a las características de la organización, terminando con la descripción de casos de éxito de la aplicación de esta herramienta. (VERDEGAY, LAMATA, & PELTA, 2021)

Por último, se presentan las conclusiones pertinentes a la investigación realizada, que responde a todos y cada uno de los objetivos formulados.

## **Problema**

### **Descripción del problema**

El mundo como se conoce actualmente, ha sufrido de cambios vertiginosos en todas las áreas, siendo la tecnología, la que ha ido evolucionando hasta adquirir una importancia capital, en todos los procesos que el hombre realiza en su día a día, sea este el manejo de sus finanzas, su economía, su empresa, las compras, estudio, salud, en fin, todas o casi todas están permeadas por la tecnología.

Lo que se evidencia que en las últimas décadas este desarrollo se ha hecho a pasos agigantados, quedan atrás operaciones manuales o físicas, en las que hoy en día interviene con fuerza la tecnología y la innovación /creatividad de los desarrolladores de herramientas, diseñadas para agilizar procesos y facilitar la gestión, que, en este caso, se tendrá en cuenta, la de proyectos en las organizaciones alrededor del mundo.

No se puede pensar en alcanzar un éxito moderado a elevado, sino se cuenta con elementos tecnológicos que superen los obstáculos, como es el caso de la toma de decisiones, ejemplo palpable en el que, al momento de llevarse a cabo, si no se tiene la información requerida, puede que el proyecto sea excelente, pero sin conocer el presente y proyectar el futuro para la empresa, siguiendo esta o aquella alternativa, el fracaso es inminente.

Dentro de este desarrollo tecnológico se tiene un elemento que viene haciendo ruido hace ya algunas décadas, la inteligencia artificial, reconocida de forma general como los sistemas informáticos de hardware y software que son tan "inteligentes" como los humanos; sin embargo, esa visión deja por fuera la opinión de programadores informáticos y científicos, especialistas en el tema.

Siendo entonces la visión realista que conlleva a definirla como sistemas que toman entradas de datos, los procesan y producen salidas (como todos los programas de software) y que pueden realizar muchas tareas complejas que serían difíciles o imposibles de realizar para los humanos, como la definición más clara del término.

De acuerdo a esta definición, se podría pensar que es un punto de apoyo para que la gerencia y directivos de empresas puedan tomar decisiones más acertadas, en el menor tiempo posible, validando la información que poseen, proyectando los efectos de la alternativa seleccionada; es decir, sopesar pros y contras, con ayuda de una herramienta que hace más confiable el proceso.

Por lo tanto, empresas alrededor del mundo han venido implementando la inteligencia artificial (en adelante IA), con éxito para algunos, y para otras no tan evidente. El caso de American Express, compañía financiera ampliamente conocida, ha implementado la IA para algunos de los procesos financieros que ofrece a los clientes, en los que la innovación y la tecnología forman parte esencial; es aquí donde la IA entra a formar un papel fundamental en los procesos de innovación de software y de sus aplicaciones.

Las cuales se mueven totalmente a herramientas de esta naturaleza, todo lo cual está dirigido a beneficiar procesos, y a su vez, a los usuarios o clientes de la entidad. De tal manera que, la IA debe de ser vista como una herramienta que permita facilitar la transmisión y ejecución del estado del conocimiento en muchos sistemas de actividad humana.

Retomando el caso de American Express, se han realizado estudios en torno a este tema, específicamente el área de investigación y desarrollo de todo tipo de tecnologías teniendo como base que algunas de ellas pueden fracasar, otras se pueden migrar del departamento de desarrollo para convertirse en Apps (aplicativos en redes móviles) que se pueden finalmente usar y ejecutar

de acuerdo a los procesos de la entidad bancaria (Goldsmith, s.f.). Es decir, la idea es enfocarse en el desarrollo tecnológico al mismo tiempo que en ser innovadores en este campo de la IA.

Por otro lado, todo proyecto de este tipo tiene una curva o experiencia de aprendizaje que normalmente puede fallar en la etapa de ejecución de los proyectos. Todo el apoyo de inversión para este tipo de proyectos viene de fundaciones o algunas empresas del mismo grupo o externas que subsidian los recursos financieros para poderlos llevar a cabo. Lo que significa que, se tienen áreas específicas del negocio y del proceso que poseen proyectos particulares del mismo cada una de ellas con sus propios recursos y tecnologías de IA que permitan poder desarrollar tecnología de punta para los procesos financieros.

Existen tres enfoques principales los cuales se deben tener en cuenta al momento de llevar a cabo estos proyectos (Goldsmith, s.f.):

- Las características de las innovaciones y sus implicaciones: desarrollar tecnologías que sean compatibles con el tipo de tecnología que la empresa tiene. También se desarrolla el análisis del tipo de tecnología aplicada.
- El proceso de innovación: cualquier tipo de proyecto debe de pasar por las siguientes etapas. Proceso de aprendizaje en el uso de tecnología, el interés cuando el usuario se da cuenta que clase de tecnología se podría usar, la evaluación de la tecnología, la fase de ensayos y finalmente la adopción de la solución.
- Facilitadores o inhibidores de la innovación: aquí se pretende poder ver qué factores permiten el desarrollo del aplicativo, también que barreras se pueden generar que conlleven a un potencial paro de la tecnología.

Esto permite inferir que, a la hora de iniciar un proceso de implementación de la IA en una empresa, se tiene que aterrizar dicho proyecto a las características y requerimientos, tanto del

público interno como del externo, para poder evaluar los factores inmersos en el problema a resolver, que les permitirán analizar los tipos de tecnologías y proyectos aplicados en el campo de la IA.

La evolución de la IA y su potencial significativo para transformar proyectos tradicionales a proyectos prácticos es de gran importancia actualmente, la gestión o gerencia de proyectos en sí tiene inmersas variables técnicas y sociales con un nivel alto de incertidumbre debido a la variabilidad del factor humano, además de otros aspectos como la necesidad de los clientes, el desempeño de los desarrolladores, entre otros.

La inteligencia artificial puede asistir a los gerentes de proyectos y a sus colaboradores automatizando tareas de trabajo diario o repetitivas, de tipo analítico, también puede realizar estimaciones o proyecciones de bajo riesgo en los proyectos; y aún más puede tomar decisiones de cualquier tipo.

Lo anterior trae como resultado el incremento de la productividad del proyecto, determinándose el o los escenarios en el cual las tecnologías de IA pueden ser utilizadas, para apoyar la gestión de proyectos ágiles, lo cual adquiere especial relevancia, si se considera el poder ver siempre la agilidad del proyecto como factor crítico en condiciones de restricciones de tiempo (Dam, H. K., Tran, T., Grundy, J., Ghose, A. y Kamei, A., 2019).

Sumando estas condiciones a las propias del proceso de la toma de decisiones, en el marco de la gerencia de proyectos, se puede determinar la pregunta problema que da inicio a esta investigación.

**Formulación del problema**

¿Cómo se puede evaluar la efectividad de los modelos de inteligencia artificial como herramienta de apoyo en la toma de decisiones dentro del ámbito empresarial, específicamente en el contexto de la gestión del conocimiento de proyectos?

## **Alcance, limitaciones y viabilidad del proyecto (monografía)**

### **Alcances**

Esta monografía pretende revisar el aporte de la implementación de la IA en los procesos gerenciales como la toma de decisiones; teniendo un alcance netamente documental, sin que se infiera ningún tipo de investigación de campo (encuestas, entrevistas, *focus group*, entre otros). De acuerdo con lo que menciona Hernández et al. (2014), esta metodología de investigación corresponde a la revisión de la literatura o revisión documental, la cual “implica detectar, consultar y obtener la bibliografía (referencias) y otros materiales que sean útiles para el propósito del estudio, de donde se tiene que extraer y recopilar la información relevante y necesaria” (p. 61).

### **Limitaciones**

De otra parte, no se observan limitaciones para llevar a cabo el proceso, ya que se contó con bases de datos indexadas actualizadas que permiten seleccionar información que conlleva a la exposición de motivos y razones para implementar un modelo de IA en una empresa, de acuerdo a las características y situación actual de la misma.

### **Viabilidad**

El proyecto de investigación planteado se distingue por varias características propias que garantizan su viabilidad. En primer lugar, cuenta con acceso a un acervo documental actualizado y pertinente sobre la temática de inteligencia artificial en la gestión del conocimiento de proyectos, lo que proporciona una base sólida para el estudio. Además, su enfoque específico en la aplicación de modelos de inteligencia artificial en la toma de decisiones dentro del sector empresarial en el contexto de la gestión del conocimiento de proyectos asegura la delimitación clara del alcance y la relevancia práctica de la investigación.

Asimismo, la disponibilidad de tutoría permite contar con orientación experta y recursos adicionales para abordar cualquier desafío que pueda surgir. Finalmente, la metodología claramente definida garantiza la organización y eficacia del estudio, asegurando que los resultados obtenidos sean rigurosos y significativos para la comunidad académica y profesional.

## Objetivos

### Objetivo general

Evaluar la aplicación de los modelos de inteligencia artificial como apoyo en la toma de decisiones para el sector empresarial, en el marco de la gestión de conocimiento de proyectos.

### Objetivos específicos

- Analizar los modelos de inteligencia artificial aplicados en la gerencia de proyectos.
- Analizar los criterios relevantes para la selección adecuada de modelos de inteligencia artificial, considerando las características y requisitos específicos de cada proyecto, con el fin de identificar los factores clave que influyen en dicha selección.
- Valorar aplicaciones de modelos de IA correspondientes a la toma de decisiones (Casos de éxito).

## **Marco teórico - conceptual**

En el marco teórico conceptual que se presenta a continuación, se toman en cuenta los aspectos más importantes de la IA artificial que conlleva a la comprensión de esta temática, comenzando por la gestión del conocimiento como origen de esta tecnología, así como lo correspondiente a la gestión de proyectos, como revisión del estado del conocimiento para la última década.

### **Gestión del conocimiento**

#### *Definición*

Es importante mencionar que el tratar de definir el término gestión del conocimiento encierra particularidades que tienen que ver con el concepto de conocimiento, bajo la premisa de que este es la mejor ayuda que podrá tener una empresa, sin que medie o importe el tamaño de la misma, ya que los beneficios son aplicables a cualquier tipo de compañía.

Autores han escrito para tratar de definir la gestión de conocimiento, por lo que se ha seleccionado la que podría ajustarse a la temática planteada: “la gestión de conocimiento corresponde al conjunto de procesos y sistemas que permiten que el capital intelectual de una organización aumente de forma significativa, mediante la gestión de sus capacidades de resolución de problemas de forma eficiente” (Santillán de la Peña, 2010, pág. 37).

### **Gestión del conocimiento para los negocios**

El libro de Laudon & Laudon (2020), en el capítulo 11, Gestión del Conocimiento e Inteligencia Artificial, reconoce la importancia de la gestión del conocimiento con el desarrollo de los negocios. Definiendo el papel de aquella en estos así:

- Los sistemas de gestión del conocimiento entre las áreas de inversión en software de más rápido crecimiento economía de la información

- 37% por ciento de la fuerza laboral de EE. UU.: trabajadores del conocimiento y la información
- 55% del PIB de EE. UU. de los sectores de conocimiento e información
- Una parte sustancial del valor de mercado de valores de una empresa está relacionada con los activos intangibles: conocimiento, marcas, reputaciones y procesos comerciales únicos.
- Los proyectos basados en el conocimiento bien ejecutados pueden producir un R O I extraordinario.
- Entre sus dimensiones se evidencia que Utiliza datos, conocimiento y sabiduría
- Conocimiento tácito y conocimiento explícito
- Dimensiones importantes del conocimiento
- El conocimiento es un activo firme.
- El conocimiento tiene diferentes formas.
- El conocimiento tiene una ubicación.
- El conocimiento es situacional.

Por otro lado, la cadena de valor del conocimiento se refiere a dos aspectos esenciales:

Por un lado, la difusión del conocimiento a través de portales, wikis, correo electrónico, mensajería instantánea, motores de búsqueda, herramientas de colaboración, así como los programas de capacitación, las redes informales y la experiencia de gestión compartida ayudan a los gerentes a centrar la atención en la información importante.

Por otro lado, la aplicación del conocimiento a partir de nuevas prácticas comerciales, nuevos productos y servicios, nuevos mercados.

### *Tipos de sistemas de gestión del conocimiento*

Sistemas de gestión del conocimiento en toda la empresa

Esfuerzos de propósito general en toda la empresa para recopilar, almacenar, distribuir y aplicar contenido y conocimiento digital

Sistemas de trabajo del conocimiento (K W S)

Sistemas especializados creados para ingenieros, científicos y otros trabajadores del conocimiento encargados de descubrir y crear nuevos conocimientos

Técnicas inteligentes

Diverso grupo de técnicas, como la minería de datos, utilizadas para varios objetivos: descubrir conocimiento, destilar conocimiento, descubrir soluciones óptimas.

Tipos de sistemas utilizados para la gestión del conocimiento en las empresas

Tres tipos principales de conocimiento en una empresa:

Documentos estructurados: informes, presentaciones, reglas formales

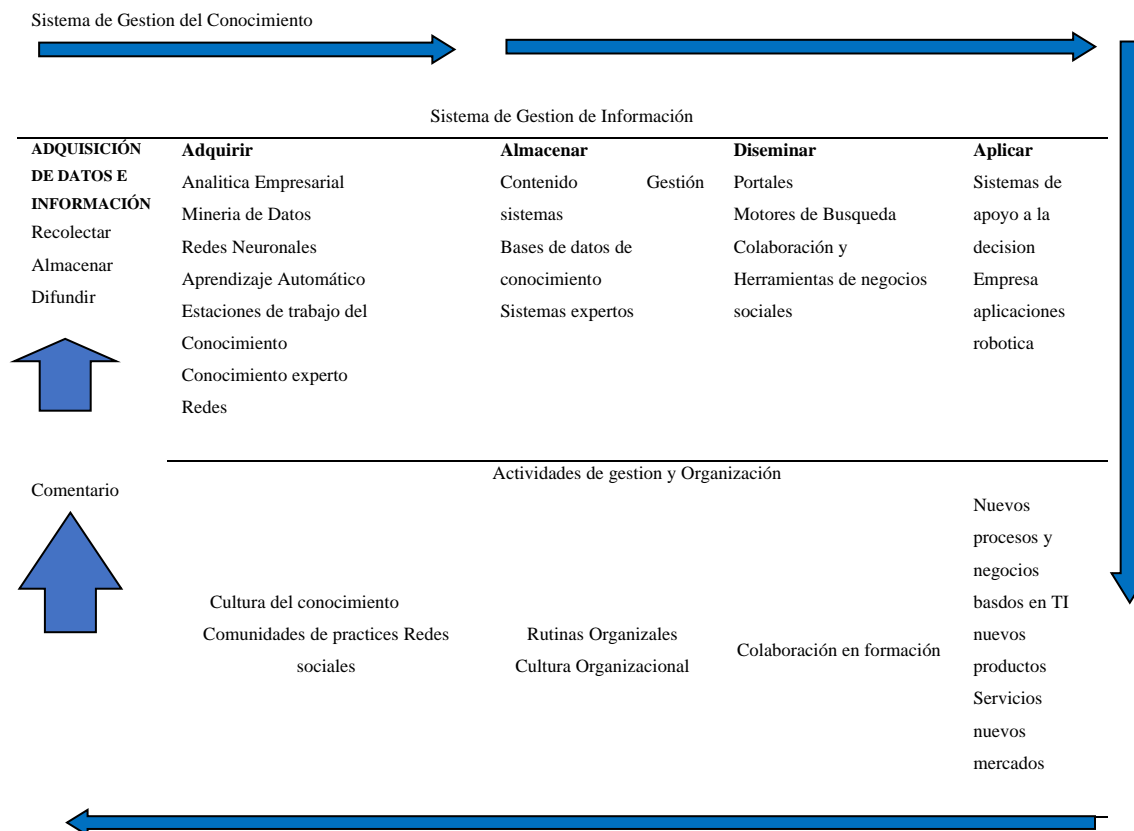
Documentos semiestructurados: correos electrónicos, videos,

No estructurado: conocimiento tácito.

Definiendo, además, que el 80% del contenido comercial de una organización es semiestructurado o no estructurado.

**Figura 1**

“Cadena de Valor del Negocio del Conocimiento”



Fuente. Autoría propia, basada en (Laudon & Laudon, 2020)

La figura anterior ejemplifica las actividades de los sistemas de gestión de la información en las organizaciones: comenzando por la adquisición a través de herramientas como analítica de negocios, procesamiento de datos, redes neuronales, aprendizaje automático, estaciones de trabajo del conocimiento, redes de conocimiento expertos, siendo estas últimas 4 las que pertenecen al escenario propio de la IA.

Por otro lado, se tiene el almacenamiento que conlleva los sistemas de manejo de contenidos, las bases de datos de conocimiento y los sistemas expertos; para pasar a la siguiente fase que es la diseminación del conocimiento a través de los portales, motores de búsqueda,

herramientas de ayuda para las empresas sociales; finalizando con las actividades de aplicación, entre las que se cuenta con los sistemas de apoyo para la toma de decisiones, aplicaciones empresariales y la robótica.

En este orden de ideas, se ingresa el subsistema de la IA como aquella que puede generar y almacenar conocimiento, que se desarrolla a continuación.

## **Inteligencia artificial (IA)**

### ***Historia y evolución de la IA***

Ada Lovelace, matemática y adelantada en informática, elaboró el primer algoritmo destinado a ser procesado por una máquina. Esto ocurrió en 1842, siendo tan adelantada a su época que llegó a comentar que las máquinas podrían “actuar sobre otras cosas además de los números... el motor (la máquina) podría componer piezas musicales elaboradas y científicas de cualquier grado de complejidad o extensión” (Abeliuk, A. y Gutiérrez, C., 2020, pág. 1).

Los orígenes tienen que ver con el área científica, haciéndose eco de la inquietud que ha movido siempre al ser humano de conocer más del funcionamiento del cerebro humano, con la cantidad de información que puede llegar a procesar en un tiempo determinado, y hacer frente a una serie de procesos que naturalmente no se podrían efectuar de forma simultánea. Todo ello da pie para que se considere la creación de modelos de inteligencia artificial que agilicen los procesos, permitan la consecución de objetivos en menor tiempo posible.

Posteriormente, y a raíz de los grandes cambios tecnológicos habidos en las últimas décadas, el estudio de este tipo de inteligencia ha ganado un sitio muy importante a la hora de hablar de innovación, desarrollo y competitividad de las organizaciones, sea cual sea el área en la que lleve a cabo sus actividades y operaciones.

Partiendo de que el objetivo primordial de la IA es lograr que una máquina posea un grado de inteligencia similar a la humana, representa un hito en la historia de la ciencia, comparable, por su complejidad, como conocer cuál es el origen de la vida, del universo, entre otras incertidumbres del hombre.

Esto ha venido en franco desarrollo, inventando modelos o más bien, símiles del cerebro humano. En el siglo XVII, Descartes trató de “emular el pensamiento humano” a partir de la construcción de un sistema mecánico constituido por poleas, tubos y engranajes. Para el siglo XIX el hombre continuó intentando, a través de la creación de los sistemas telefónicos, pensando erróneamente, que sus conexiones podrían simular la red neuronal del cerebro humano. Hasta llegar a la actualidad, en la que el modelo predominante es el computacional, fundamentado en el ordenador digital (López de Mantarás, 2020).

### ***Tipos de inteligencia artificial***

Entre los tipos de IA que existen en la actualidad se tienen:

- Sistemas expertos
- Aprendizaje automático
- Redes neuronales y redes de aprendizaje profundo
- Algoritmos genéticos
- Procesamiento natural del lenguaje
- Visión por computador
- Robótica

### **Sistemas expertos (adquisición de conocimiento)**

Los sistemas expertos, en cuanto área de la IA, cuyo objetivo es introducir sistemas especializados en tareas o actividades específicas, pueden simular la forma como se comportan

los seres humanos, y su diseño se formaliza a partir del conocimiento que las personas aplican. Un sistema experto puede almacenar conocimientos y experiencias que luego serán aplicados en la ejecución de tareas de una forma rápida y óptima, lo cual dependerá de la cantidad de información y experiencias almacenadas en el sistema, siendo precisamente este el principio que dio origen a los sistemas expertos.

### **Aprendizaje automático**

Cómo los programas de computadora mejoran el rendimiento sin programación explícita

- Reconocen patrones
- Experiencia
- Aprendizajes previos (base de datos)
- Aprendizaje supervisado vs no supervisado

Ejemplos actuales:

- Búsquedas de Google
- Sistemas de recomendación en Amazon, Netflix

### **Redes neuronales y redes de aprendizaje profundo**

- Encuentra patrones y relaciones en cantidades masivas de datos demasiado complicados para que los humanos los analicen.
- “Aprender” patrones buscando relaciones, construyendo modelos y corrigiendo una y otra vez.
- Los humanos “entrenan” la red alimentándola con entradas de datos para las cuales se conocen los resultados, para ayudar a la red neuronal a aprender la solución con el ejemplo de expertos humanos.

- Se utiliza en medicina, ciencia y negocios para problemas de clasificación de patrones, predicción, análisis financiero y control y optimización.

### **Algoritmos genéticos**

- Útil para encontrar la solución óptima para un problema específico al examinar una gran cantidad de soluciones posibles para ese problema
- Basado conceptualmente en el proceso de evolución.
- Busca entre las variables la solución cambiando y reorganizando los componentes mediante procesos como la herencia, la mutación y la selección.
- Se utiliza en problemas de optimización (minimización de costos, programación eficiente, diseño óptimo de motores a reacción) en los que existen cientos o miles de variables
- Capaz de evaluar muchas alternativas de solución rápidamente

### **Procesamiento natural del lenguaje**

- Comprender y hablar en lenguaje natural. Leer lenguaje natural y traducir
- Por lo general, hoy en día se basa en el aprendizaje automático, con la ayuda de bases de datos muy grandes de frases y oraciones comunes en un idioma determinado. Ejemplo: Traductor de Google
- Sistemas de filtrado de spam
- Interacciones del centro de llamadas del cliente: ¿Cuál es el problema del cliente? ¿Qué soluciones funcionaron en el pasado?
- Asistencias digitales: Siri, Alexa, Cortana, *Google Assistant*

- No es útil para una conversación humana ordinaria de sentido común, pero puede ser muy útil en dominios limitados, p. interactuando con el sistema de calefacción de su automóvil.

### **Visión por computador**

- Sistemas de imágenes digitales que crean un mapa digital de una imagen (como una cara o un letrero de una calle) y reconocen esta imagen en grandes bases de datos de imágenes casi en tiempo real
- Cada imagen tiene un patrón único de píxeles.
- *DeepFace* de Facebook puede identificar amigos en fotos en todo su sistema y en toda la *web*
- Los vehículos autónomos pueden reconocer señales, marcadores viales, personas, animales y otros vehículos con buena confiabilidad.
- Visión de máquina industrial (robot)
- Control de pasaportes en aeropuertos
- Identificar personas en multitudes

### **Robótica**

- Diseño, construcción y operación de máquinas que pueden sustituir a los humanos en muchas aplicaciones en fábricas, oficinas y hogar (por ejemplo, aspiradoras domésticas).
- Programado generalmente para realizar acciones específicas y detalladas en dominios limitados, p. robots pintan con spray autos, y montan ciertas piezas, soldadura, movimiento de montaje pesado.
- Se utiliza en situaciones peligrosas como la desactivación de bombas.
- Los robots quirúrgicos están ampliando sus capacidades

## **Inteligencia Artificial asociada a la gerencia de proyectos**

La mayor parte de los expertos en proyectos pueden enfrentar tres tipos de retos a desarrollar entre los cuales se tiene el nivel de variabilidad o certeza del proyecto teniendo en cuenta su alcance, falta de patrocinadores y compromiso del mismo y finalmente la limitación de recursos disponibles para el mismo, este estudio ayuda a responder estos apartados y a dar lineamientos a tener en cuenta.

Falta de compromiso o patrocinio: una de las formas prácticas de ayudar a la solución de este problema es tener bien definido un buen líder y equipo de proyecto que posibilite tener el control total de cada área del proyecto o tarea. Otra forma es tratar de hacerlo simple para el sponsor o patrocinador, ya que entre más simple es mejor; también es importante definir las responsabilidades y duración del proyecto, como aspectos claves para el patrocinador.

Limitaciones de recursos: este tipo de proyectos (sistemas expertos) son más comunes de lo que se cree es decir sus recursos son ilimitados desde el punto de vista de conocimiento pues se requiere personal capacitado y experto en el área que comúnmente es difícil obtener y si se obtiene a futuro, se deben tener en cuenta todas las etapas del proyecto pues si alguna cambia probablemente se tengan que cambiar sus recursos. Por lo anterior asegurar recursos en todas las etapas del mismo es crucial para el proyecto.

Nivel de incertidumbre del proyecto: el alcance del proyecto es crucial pues se debe de delimitar, así como también tener claro sus enfoques y cuales operaciones se van a automatizar y cuales no también el nivel de expertos que posean conocimiento discreto el cual es requerido para este tipo de proyectos algunas veces es limitado (Lyn, s.f.).

Otro aspecto importante a tener en cuenta es el fracaso de los sistemas de IA, para lo cual es necesario entender cuáles son los factores críticos implícitos en el proceso.

Westenberger et al. (2022), aclaran aspectos relacionados con lo opuesto a los beneficios de la IA en el sector empresarial y en los proyectos, se trata entonces de poder identificar posibles factores que son críticos para no fallar en proyectos de inteligencia artificial. Lo anterior se realiza con entrevistas a expertos usando métodos cualitativos, los resultados muestran que los problemas tecnológicos y organizacionales a nivel tecnológico pueden causar la ruptura o el fracaso de proyectos de IA. Los datos que se recolectaron son de tipo empírico y se usan junto con las entrevistas para este fin.

**Tabla 1***Factores identificados en estudios previos.*

<b>Factor / Fuerte</b>	<b>Baier et al. [12]</b>	<b>Bauer et al. [13]</b>	<b>Jóhnik et al. [14]</b>
Saber Cómo	X	X	X
Compromiso		X	X
Gestión de Proyectos		X	X
Comunicación	X	X	X
Gestión de Datos	X	X	X
Infraestructura	X	X	X
Validación de Resultados	X	X	
Despliegue	X		
Ética de las restricciones Legales	X		X
Impacto Empresarial	X		X
Facilidad de Uso	X		
Relación con el cliente	X	X	X
Aceptación	X		

*Nota.* Elaboración Propia Basada en (Westenberger, Schuler, & Schlegel, 2022).

La tabla muestra cada una de las categorías o factores a tener en cuenta en un proyecto de IA.

Los resultados obtenidos en este estudio basándose en entrevistas a expertos en diferentes áreas se muestran a continuación, así como también el panel de expertos consultados.

**Tabla 2***Intervención de expertos*

	<b>Industria</b>	<b>Posición</b>	<b>Enfoque / experiencia</b>
1	Ingeniería de Plantas	Jefe de Equipo	Robótica y reconocimiento visual
2	Desarrollo de Software	Fundadora CEO	Reconocimiento Visual
3	Consultante	Consultora Senior	En general
4	Desarrollo de Software	Desarrolladora	Procesamiento del Lenguaje Natural
5	Automotor	Ingeniera de Desarrollo	Fusión de Sensores
6	Automotor	Mandos Intermedios	Sistemas de asistencia al conductor

*Nota.* Tomado de (Westenberger, Schuler, & Schlegel, 2022).

**Tabla 3***Factores y categorías identificados en la intervención*

<b>Categoría</b>	<b>Factor</b>
Expectativas poco realistas	Malentendido de las capacidades de AI pensando demasiado grande.
Problemas relacionados con casos de uso	Valor Faltante o relación costo.Beneficio complejidad, baja tolerancia a errores.
Restricciones Organizativas	Presupuesto demasiado Bajo Reglamentos
Falta de Recursos	Falta de Empleados con Experiencia Disponibilidad de Datos
Cuestiones Tecnológicas	Inestabilidad del Modelo Falta de Transparencia (problema de la caja negra) Possible manipulación de Resultados.

---

*Nota.* Tomado de (Westenberger, Schuler, & Schlegel, 2022)

Se puede evidenciar que existen varios factores mencionados anteriormente en la tabla 3 y sus categorías correspondientes como parámetros fundamentales en un proyecto de IA.

La evidencia de este estudio sugiere que hay varios factores tecnológicos y no tecnológicos que pueden llevar al éxito o al fracaso de los proyectos de IA. La investigación ha subrayado la importancia de distinguir entre desafíos y factores críticos de éxito y fracaso de los proyectos de IA. Basado en nuevos datos empíricos, el estudio contribuye al conocimiento al hacer esta distinción para factores previamente conocidos, así como al identificar nuevos factores.

### ***Modelos de inteligencia artificial***

#### Redes Neuronales Artificiales (ANN)

Las redes neuronales artificiales están compuestas por unidades de procesamiento interconectadas, inspiradas en la estructura y funcionamiento del cerebro humano. Se utilizan para aprender a partir de ejemplos y realizar tareas como reconocimiento de patrones, clasificación y predicción (Sánchez Campero, 2006).

Las redes neuronales son modelos matemáticos que imitan el funcionamiento del cerebro humano a través de conjuntos de neuronas artificiales interconectadas con umbrales de activación y pesos asignados a estas conexiones. Surgieron en la década de 1940, inspiradas en la hipótesis de aprendizaje de Hebb, y evolucionaron a lo largo de las décadas siguientes. El perceptrón, desarrollado en los años 50 y 60 por Rosenblatt, fue uno de los primeros modelos conocidos, con una sola capa de neuronas.

Sin embargo, modelos más complejos de redes neuronales multicapa superaron al perceptrón. Estos modelos, mediante el ajuste de los pesos de la red a partir de una gran cantidad de ejemplos y mecanismos de refuerzo, aprenden a asociar entradas con salidas. Por ejemplo, al

presentar las palabras "banco" y "peces" como entrada a la red, activa una serie de neuronas internas que, si la red ha sido entrenada correctamente, producirán la salida correspondiente al concepto de "banco de peces", representando un grupo de peces que van juntos en gran número (Fresno Fernández, 2023).

La transición hacia las redes neuronales artificiales se dio a medida que los investigadores avanzaban en el desarrollo de modelos más complejos y capaces de abordar problemas más desafiantes. El modelo inicial, conocido como el perceptrón, presentaba limitaciones en su capacidad para resolver problemas más complejos debido a su estructura de una sola capa. Sin embargo, con el tiempo, los investigadores comenzaron a explorar modelos más sofisticados que pudieran capturar relaciones más complejas entre las entradas y las salidas.

Esta transición se vio impulsada por varios avances clave, como el desarrollo de algoritmos de aprendizaje más avanzados y la disponibilidad de *hardware* más potente para ejecutar cálculos complejos. Además, el reconocimiento del potencial de las redes neuronales para abordar una amplia gama de problemas, desde la visión por computadora hasta el procesamiento del lenguaje natural, también contribuyó a su crecimiento y adopción.

A medida que se desarrollaron nuevas arquitecturas de redes neuronales, como las redes multicapa, los investigadores comenzaron a experimentar con diferentes técnicas de entrenamiento y ajuste de parámetros para mejorar el rendimiento de estas redes en una variedad de tareas. Estos avances allanaron el camino para el surgimiento de las modernas redes neuronales artificiales, que han demostrado ser herramientas poderosas en campos como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y la ciencia de datos.

De otra parte, las ANN ofrecen una serie de beneficios que pueden mejorar significativamente la toma de decisiones en la gestión del conocimiento de proyectos:

Modelado de datos complejos: son capaces de modelar relaciones complejas entre variables, lo que las hace ideales para analizar conjuntos de datos complejos y no lineales que a menudo se encuentran en la gestión de proyectos. Esto permite a los gestores de proyectos obtener una comprensión más profunda y completa de los factores que afectan al proyecto.

Predicción precisa: al entrenar una ANN en datos históricos del proyecto, es posible predecir resultados futuros con un alto grado de precisión. Esto permite a los gestores de proyectos anticipar posibles problemas, identificar áreas de riesgo y tomar medidas preventivas para mitigar problemas potenciales.

Optimización de procesos: pueden ser utilizados para optimizar procesos en la gestión de proyectos, como la asignación de recursos, la programación de actividades y la gestión de riesgos. Al analizar grandes cantidades de datos y encontrar patrones subyacentes, las ANN pueden identificar formas más eficientes de realizar tareas y mejorar el rendimiento general del proyecto.

Adaptabilidad: son substancialmente adaptables y pueden ajustarse continuamente a medida que se recopila nueva información. Esto permite una toma de decisiones dinámica que puede adaptarse a medida que cambian las condiciones del proyecto o se obtienen nuevos conocimientos.

Las ANN son una herramienta eficaz para mejorar la toma de decisiones en la gestión del conocimiento de proyectos al modelar datos complejos, predecir resultados futuros, optimizar procesos y adaptarse continuamente a medida que evoluciona el proyecto.

Algoritmos Genéticos (GA)

Los algoritmos genéticos son técnicas de optimización inspiradas en la teoría de la evolución biológica. Utilizan operadores genéticos como la selección, la cruce y la mutación para buscar soluciones óptimas a problemas complejos (Gestal, 2014).

Los Algoritmos Genéticos (AG) son métodos adaptativos utilizados principalmente en problemas de búsqueda y optimización de parámetros. Se basan en la reproducción sexual y en el principio de supervivencia del más apto. Formalmente, según la definición de Goldberg, los AG son algoritmos de búsqueda inspirados en la selección natural y la genética. Combina la supervivencia de las estructuras más aptas con un intercambio de información estructurado, aunque aleatorizado, para formar un algoritmo de búsqueda que refleja algunas de las capacidades de búsqueda humanas.

John Holland, investigador de la Universidad de Michigan, es fundamental en el desarrollo de los AG. En la década de 1960, desarrolló una técnica que imitaba la selección natural, que posteriormente se conoció como Algoritmos Genéticos. Estos algoritmos consisten en una población de soluciones codificadas de forma similar a cromosomas, donde cada cromosoma tiene asociado un valor de bondad o "*fitness*". Los individuos evolucionan a lo largo de generaciones, basándose en la selección natural, la reproducción y la mutación. Los AG se han relacionado con otras técnicas evolutivas, como las Estrategias de Evolución y la Programación Evolutiva.

Para su correcto funcionamiento, es necesario disponer de una función de evaluación que determine la calidad de las soluciones. Esta función asigna un valor numérico de "*fitness*" a cada individuo de la población, lo que permite controlar la aplicación de los operadores genéticos, como la selección, el cruce y la mutación. Esta medida de ajuste se adapta al dominio

del problema y se utiliza para evaluar la validez de las soluciones propuestas por los AG (Gestal, 2014).

Por otro lado, los AG benefician la toma de decisiones en la gestión del conocimiento de proyectos de varias maneras:

**Optimización de parámetros:** los AG pueden utilizarse para optimizar parámetros críticos en la gestión de proyectos, como la asignación de recursos, la planificación del cronograma y la optimización de costos. Al explorar diferentes combinaciones de parámetros y evaluar su desempeño a través de múltiples iteraciones, los AG pueden encontrar soluciones óptimas o cercanas a la óptima para mejorar la eficiencia y la efectividad del proyecto.

**Selección de estrategias:** pueden ayudar en la selección de estrategias óptimas para abordar problemas específicos en la gestión de proyectos, como la mitigación de riesgos, la gestión de cambios y la mejora del rendimiento del equipo. Al generar y evaluar múltiples estrategias posibles, los AG pueden identificar aquellas que maximizan los resultados deseados y minimizan los riesgos asociados.

**Análisis de escenarios:** pueden emplearse para analizar diferentes escenarios y evaluar su impacto en el desempeño del proyecto. Al generar y evaluar múltiples escenarios posibles, los AG pueden proporcionar información valiosa sobre las posibles implicaciones de diferentes decisiones y ayudar a los gestores de proyectos a tomar decisiones más informadas y estratégicas.

**Adaptación continua:** pueden adaptarse de manera continua a medida que evoluciona el entorno del proyecto y se recopila nueva información. Esto permite una toma de decisiones dinámica y adaptable que puede responder eficazmente a los cambios en las condiciones del proyecto y maximizar los resultados en curso.

Por lo que se puede afirmar que, los AG ofrecen una herramienta eficaz para mejorar la toma de decisiones en la gestión del conocimiento de proyectos al optimizar parámetros, seleccionar estrategias, analizar escenarios y adaptarse continuamente a los cambios en el entorno del proyecto.

### Máquinas de Soporte Vectorial (SVM)

Las máquinas de soporte vectorial son modelos de aprendizaje supervisado que se utilizan para la clasificación y la regresión. Buscan encontrar el hiperplano que mejor separa las clases en un espacio multidimensional.

Una Máquina de Soporte Vectorial (SVM) aprende a distinguir entre dos clases distintas mediante la construcción de una superficie de decisión en el espacio de entrada. Funciona como un clasificador de una sola clase, donde los vectores de soporte describen la frontera de decisión alrededor de los datos de aprendizaje, con poco o ningún conocimiento de los datos fuera de esta frontera. Para lograr esto, los datos se mapean a un espacio de características de mayor dimensionalidad utilizando un *kernel*, como el *kernel Gaussiano*, con el objetivo de maximizar la separación entre las clases.

La función de frontera resultante, cuando se proyecta de regreso al espacio de entrada, puede separar los datos en clases distintas, formando agrupamientos claramente definidos (Betancourt, 2005).

Las Máquinas de Soporte Vectorial (SVM) aportan significativamente a la gestión de proyectos, especialmente en la toma de decisiones, de varias formas:

Clasificación precisa: las SVM son conocidas por su capacidad para realizar una clasificación precisa en conjuntos de datos complejos. En el contexto de la gestión de proyectos,

esto puede aplicarse para clasificar diferentes tipos de proyectos, identificar patrones de riesgo o predecir el éxito de un proyecto en función de diversas variables.

**Identificación de patrones:** al mapear los datos a un espacio de características de mayor dimensionalidad, las SVM pueden identificar patrones y relaciones no lineales entre las variables del proyecto. Esto permite a los gestores de proyectos comprender mejor la dinámica del proyecto y tomar decisiones informadas sobre cómo abordar los desafíos y aprovechar las oportunidades.

**Optimización de recursos:** al separar los datos en clases distintas y formar agrupamientos claros, las SVM pueden ayudar en la optimización de recursos al identificar áreas donde se pueden asignar recursos de manera más eficiente y efectiva.

**Predicción de resultados:** utilizando modelos de SVM entrenados en datos históricos, los gestores de proyectos pueden predecir resultados futuros y evaluar el impacto de diferentes escenarios en la toma de decisiones. Esto permite una planificación más precisa y la anticipación de posibles problemas antes de que ocurran.

Por lo que, las Máquinas de Soporte Vectorial son herramientas poderosas en la gestión de proyectos, ya que ofrecen capacidades avanzadas de clasificación, identificación de patrones y predicción de resultados, lo que permite a los gestores de proyectos tomar decisiones más informadas y estratégicas.

### Árboles de Decisión y Bosques Aleatorios

Los árboles de decisión son modelos de aprendizaje supervisado que dividen el conjunto de datos en subconjuntos más pequeños basados en características predictoras. Los bosques aleatorios son una extensión de los árboles de decisión que combinan múltiples árboles para mejorar la precisión y reducir el sobreajuste (Boters Pitarch, 2021).

El aprendizaje estadístico se refiere a un conjunto diverso de herramientas destinadas a comprender las relaciones dentro de los datos, con el objetivo de desarrollar modelos precisos que puedan predecir o estimar características relevantes. Estos métodos pueden clasificarse en supervisados y no supervisados. En el aprendizaje supervisado, se construye un modelo que predice un valor de salida basado en los valores de entrada, mientras que en el no supervisado se exploran las relaciones y estructuras presentes en los datos sin una guía específica del resultado deseado (Boters Pitarch, 2021).

Los árboles de decisión y los bosques aleatorios son ejemplos de métodos de aprendizaje no paramétricos que se utilizan en la gestión del conocimiento de proyectos. Estos modelos benefician la toma de decisiones al permitir una comprensión profunda de las relaciones entre las variables del proyecto y al proporcionar una capacidad predictiva sólida. Al emplear estos modelos, los gestores de proyectos pueden identificar patrones significativos en los datos, predecir resultados futuros con precisión y tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos, la planificación del cronograma y la mitigación de riesgos.

En resumen, los árboles de decisión y los bosques aleatorios son herramientas valiosas que mejoran la gestión del conocimiento de proyectos al proporcionar motivación accionable y facilitar la toma de decisiones estratégicas (Boters Pitarch, 2021).

Estos modelos de aprendizaje estadístico benefician el tema de la gestión del conocimiento en proyectos al proporcionar herramientas eficaces para comprender, predecir y optimizar el rendimiento del proyecto. Su capacidad para modelar relaciones complejas e identificar factores críticos los convierte en instrumentos valiosos para la toma de decisiones en la gestión de proyectos.

## Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP)

El procesamiento del lenguaje natural es una rama de la inteligencia artificial que se ocupa de la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano. Se utiliza para analizar, comprender y generar texto en lenguaje natural.

El procesamiento del lenguaje natural (NLP, por sus siglas en inglés) es una disciplina que se enfoca en la capacidad de las tecnologías computacionales para comprender y procesar el lenguaje humano. Esta área de estudio es fundamental en campos como la informática, la inteligencia artificial y la lingüística computacional, ya que permite a las máquinas interactuar con el lenguaje humano de manera automática o semiautomática (Rivera Muñoz, 2020).

Dentro de las técnicas básicas de procesamiento de texto en NLP, se destacan las siguientes (Rivera Muñoz, 2020):

**Tokenización:** consiste en dividir el texto en unidades mínimas llamadas *tokens*, como palabras o frases. Esta técnica permite analizar y entender el texto de manera más granular.

**Stemming y lematización:** estas técnicas se utilizan para reducir las palabras a su forma base o raíz, lo que facilita la comparación y el análisis de palabras relacionadas.

**Etiquetado de partes del discurso (POS):** asigna etiquetas a las palabras según su función gramatical en una oración, como sustantivos, verbos, adjetivos, etc. Esto ayuda a comprender la estructura y el significado del texto.

**Palabras parada:** son palabras comunes que se eliminan del texto porque no aportan significado adicional, como "el", "y", "para", etc. Esto simplifica el análisis al eliminar el ruido innecesario.

**Bolsa de palabras (*Bag of Words*):** representa cada documento como un vector numérico donde cada dimensión corresponde a una palabra y su valor indica la frecuencia o presencia de

esa palabra en el documento. Esta técnica es útil para analizar la distribución de palabras en el texto.

*N-grams y Bolsa de N-Grams*: son secuencias de *N tokens* consecutivos en un texto, que permiten capturar información sobre la estructura y el contexto del texto. La Bolsa de *N-Grams* extiende el concepto de la Bolsa de Palabras al considerar secuencias de palabras en lugar de palabras individuales.

*Word embedding*: es una técnica que asigna representaciones vectoriales a las palabras en función de su significado y contexto en el texto. Esto permite capturar la semántica y la relación entre palabras, lo que facilita tareas como la similitud de palabras y la generación de texto.

Estas técnicas de procesamiento del lenguaje natural son fundamentales para analizar, comprender y extraer información útil de grandes cantidades de texto de manera automatizada, lo que beneficia enormemente la gestión del conocimiento en proyectos al permitir la extracción de información relevante y la toma de decisiones informadas.

Así mismo, se puede decir que el procesamiento del lenguaje natural beneficia la toma de decisiones en la gestión del conocimiento de proyectos al facilitar el análisis de datos no estructurados, la automatización de tareas repetitivas, la identificación de tendencias y patrones, el análisis de sentimientos y la personalización de recomendaciones. Esto ayuda a los gestores de proyectos a tomar decisiones más informadas, eficientes y efectivas en todas las etapas del proyecto.

Los modelos de inteligencia artificial (IA) presentados en este marco teórico ofrecen una gama diversa de herramientas para mejorar la toma de decisiones en la gestión del conocimiento de proyectos. Desde las redes neuronales artificiales (ANN) hasta los algoritmos genéticos, pasando por las máquinas de soporte vectorial (SVM), los árboles de decisión y los bosques

aleatorios, cada modelo aporta capacidades únicas que pueden aplicarse en diversas etapas y aspectos de la gestión de proyectos. Estas herramientas permiten analizar datos complejos, identificar patrones, predecir resultados y automatizar tareas, lo que facilita la toma de decisiones más informadas, eficientes y efectivas para el éxito de los proyectos. Además, el procesamiento del lenguaje natural (NLP) ofrece un nivel adicional de análisis para comprender mejor la información no estructurada y mejorar la comunicación dentro del equipo y con los interesados. En conjunto, estos modelos de IA proporcionan un conjunto integral de herramientas para abordar los desafíos de la gestión del conocimiento en proyectos, ofreciendo nuevas oportunidades para optimizar procesos, reducir riesgos y alcanzar los objetivos del proyecto de manera más efectiva.

### ***Selección de modelos de IA para la gestión del conocimiento de proyectos***

Para seleccionar el modelo de inteligencia artificial (IA) más adecuado según las características específicas de cada organización o proyecto, es fundamental realizar un análisis exhaustivo de varios factores.

En primer lugar, se debe evaluar la naturaleza de los datos disponibles y las necesidades del proyecto. ¿Son los datos estructurados o no estructurados? ¿Se necesitan técnicas de clasificación, regresión o *clustering*? Esta evaluación ayudará a determinar qué modelo de IA es más apropiado para el tipo de análisis requerido.

Además, es esencial considerar los recursos disponibles, incluyendo el tiempo, el presupuesto y la capacidad técnica del equipo. Algunos modelos de IA pueden requerir una mayor cantidad de datos de entrenamiento o un procesamiento computacional más intensivo, lo que podría no ser factible en todas las situaciones.

Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta es la interpretabilidad del modelo. En algunos casos, como en entornos regulatorios o en proyectos donde se requiere explicar las decisiones tomadas, es preferible utilizar modelos más interpretables, como los árboles de decisión, en lugar de modelos más complejos como las redes neuronales.

Además, se debe considerar la escalabilidad y la capacidad de adaptación del modelo a medida que el proyecto evoluciona y se enfrenta a nuevos desafíos. Es importante seleccionar un modelo que pueda crecer y adaptarse a medida que se recopilan más datos o cambian las condiciones del entorno.

La selección del modelo de IA más idóneo, por tanto, debe basarse en una evaluación cuidadosa de las necesidades del proyecto, los recursos disponibles y los requisitos específicos de interpretabilidad y escalabilidad. Al considerar estos factores, se puede tomar una decisión informada que maximice el valor agregado de la IA en la gestión del conocimiento de proyectos.

El proceso de selección del modelo de inteligencia artificial más idóneo para cada organización o proyecto requiere una cuidadosa consideración de varios factores. Como señalan *Schmitz et al. (2019, como se citó en Lerner y Mavrommatis, 2021)*, existen diversos obstáculos que las organizaciones deben superar para aprovechar plenamente los beneficios de la revolución 4.0 y mejorar las habilidades de su fuerza laboral.

Estos obstáculos incluyen el alto costo percibido de la transformación digital, el largo plazo vinculado al retorno de la inversión, la dificultad para evaluar el valor comercial de las implementaciones piloto y la falta de enfoque al determinar qué tecnología priorizar. Sin embargo, es fundamental que las organizaciones adopten un enfoque estratégico y desarrollen un caso de negocios sólido que utilice indicadores clave de gestión y objetivos claros para guiar la selección y el despliegue de modelos de IA.

Además, es importante comprender el impacto que la inteligencia artificial tiene en las organizaciones, especialmente en lo que respecta al desplazamiento y la reinstalación de tareas. Aunque la IA puede reemplazar algunas tareas, hay muchas habilidades humanas inherentemente difíciles de automatizar, como el razonamiento complejo y la capacidad de juicio. Por lo tanto, es crucial que las organizaciones reconozcan el papel complementario que desempeñan las máquinas inteligentes y que se centren en el trabajo que requiere juicio humano y habilidades creativas (Lerner, A. y Mavrommatis, H., 2021).

Para enfrentar estos desafíos, es necesario adoptar prácticas como dejar tareas administrativas a la IA, concentrarse en el trabajo que requiere juicio humano, tratar a las máquinas inteligentes como colegas y trabajar como diseñadores para integrar el pensamiento de diseño en las prácticas organizacionales. Además, fomentar la innovación y desarrollar la capacidad de aprendizaje continuo y la adaptabilidad personal son aspectos clave para aprovechar al máximo el potencial de la inteligencia artificial en la gestión del conocimiento de proyectos.

En resumen, el proceso de selección del modelo de IA adecuado debe ser parte de una estrategia integral que tenga en cuenta tanto los desafíos como las oportunidades que presenta la revolución 4.0 (Lerner, A. y Mavrommatis, H., 2021).

## Diseño metodológico

### Enfoque de la investigación

La metodología empleada para llevar a cabo la presente monografía, tiene como base la revisión y análisis crítico de textos variados, *papers*, trabajos de grado, entre otros. Según lo mencionan Hernández et al. (2014), es un ejercicio de investigación que implica la búsqueda, selección y análisis del material documental requerido, que corresponden a las variables o categorías de análisis, a saber, todo lo concerniente a la definición y evolución de la IA en relación con un tema tan álgido para la gerencia y directivas de las organizaciones.

La gestión de proyectos, que implica además, el proceso de toma de decisiones en las que entre en juego el uso de esta herramienta tecnológica. Por su parte, Hernández Sampieri et al. (2014), afirman que a partir de este enfoque se derivan una serie de técnicas de investigación como la observación del fenómeno a analizar, revisión documental, entre otras, de las cuales es pertinente el empleo de la revisión documental y el análisis crítico correspondiente.

Así mismo para la presente monografía se selecciono la línea de investigación Gestión de las organizaciones y la sub línea de investigación Gestión de la innovación y del conocimiento. Con relación a la metodología de investigación del estado del arte es cualitativo-documental de naturaleza interpretativa, compuesta por 3 Etapas.

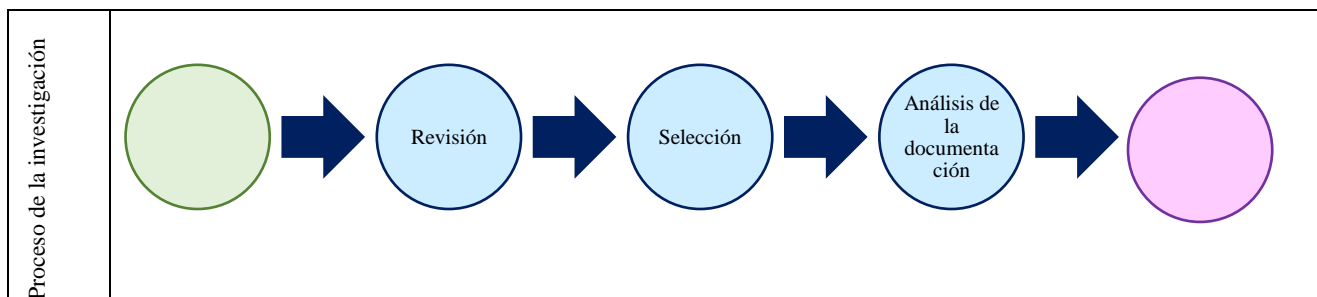
La aplicación de modelos de inteligencia artificial (IA) como apoyo en la toma de decisiones dentro de la gestión de proyectos en la presente monografía sigue una metodología que puede dividirse en 3 etapas clave.

En la primera y segunda fase se realizara la identificación de los modelos de inteligencia artificial aplicada a la gerencia de proyectos, la cual se pretende estimar de acuerdo a los *papers* encontrados que abordan la temática relacionada con el aspecto teórico conceptual del trabajo de

investigación, así mismo se determinarán los factores a tener en cuenta para la selección del modelo de IA de acuerdo al proyecto a desarrollar.

Luego de identificar los modelos de IA existentes, se procederá a la revisión de los documentos encontrados en torno a estos factores, a partir del marco conceptual de la investigación, la tercera fase consistirá en la presentación de las aplicaciones de la IA correspondientes a la toma de decisiones, en empresas que cuentan como casos de éxito, los cuales serán seleccionados teniendo en cuenta los aportes de las tecnologías IA en la gerencia de proyectos para la toma de decisiones, dando cumplimiento con el desarrollo de estas etapas al desarrollo de los objetivos específicos.

Lo cual permitirá evaluar la aplicación de los modelos de inteligencia artificial como apoyo en la toma de decisiones para el sector empresarial, en el marco de la gestión de conocimiento de proyectos. Con lo cual, se llevará a cabo la organización de la información de manera coherente y lógica en el presente documento, dando continuidad a los lineamientos que permitan interrelacionar los objetivos y los resultados de la revisión documental. De igual manera asegurará que la información se presente de forma estructurada y que sea de fácil comprensión. (Hernández Sampieri, 2014), dando cumplimiento al objetivo general de esta monografía.

**Figura 2***“Metodología Aplicada”**Fuente. Autoría propia*

La revisión se realizó aplicando los criterios de búsqueda o palabras descriptoras en las bases de datos que se tienen para esta temática; la selección se llevó a cabo de acuerdo a criterios como fecha de publicación (últimos 10 años), la pertinencia y veracidad de la información encontrada y la validación de las fuentes; finalmente, se hizo el análisis crítico de los textos seleccionados, con el propósito de dar respuesta a cada uno de los objetivos específicos formulados.

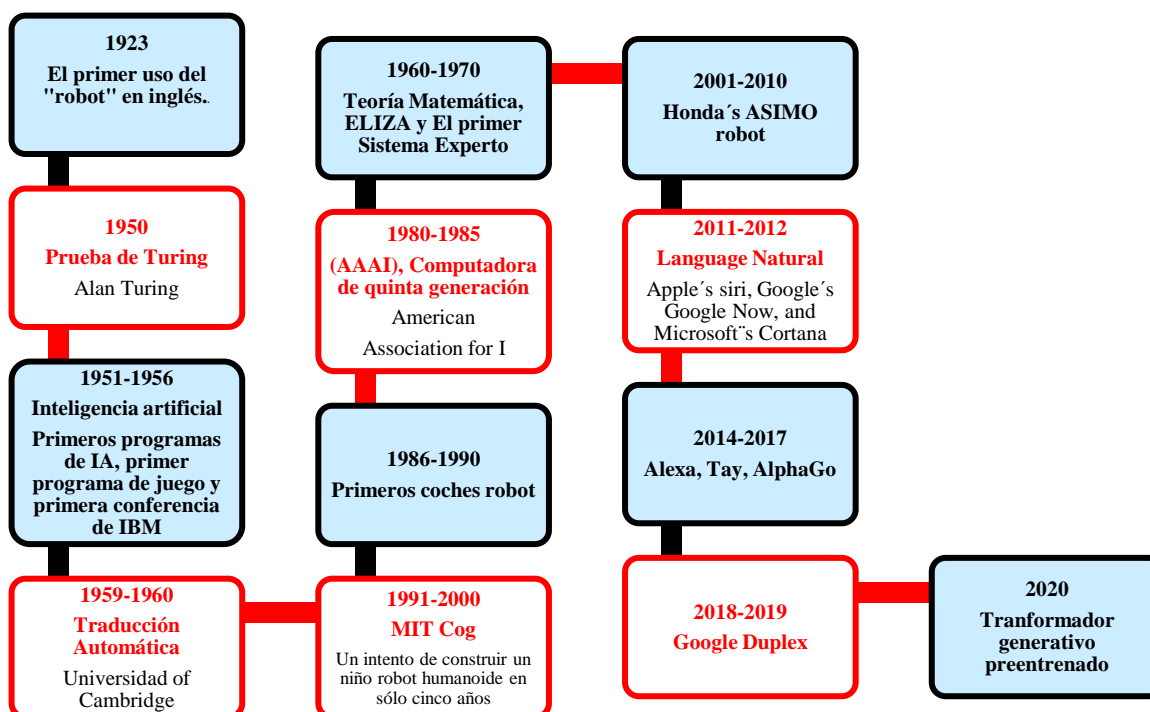
## Modelos de inteligencia artificial aplicados en la gerencia de proyectos

De acuerdo con el horizonte de la investigación formulado, se presenta a continuación una breve descripción de los modelos de inteligencia artificial y su aplicación en la gerencia de proyectos, específicamente en la toma de decisiones dentro de este proceso.

Se iniciará con la descripción de una línea de tiempo para tratar de entender como ha sido el trasegar de esta área del conocimiento desde su origen hasta el presente, sin que medie este criterio para la revisión documental efectuada.

### Figura 3

*“Línea de Tiempo de la Inteligencia Artificial IA”*



Fuente. Tomado de (Alshaikhi & Khayat, 2021).

En esta figura se puede observar que el inicio de la IA se remonta al principio del siglo XIX, en 1923 cuando se creó el primer robot en el mundo; para 1950, se tiene la prueba de *Turing* como primer test en el que se empleó la IA; entre 1951 y 1956 se observa el uso de la IA en un programa, juego y conferencia (IBM); para 1959-1960 la universidad de Cambridge creó la primera máquina traductora de textos; entre 1960 y 1970, comienza a ser utilizada la IA en la teoría matemática, con la creación del primer sistema experto llamado ELIZA.

Entre 1980 y 1985, la Asociación Americana de la IA utilizó este tipo de modelo para la creación de la quinta generación de computadores (AAAI); en 1986-1990 se fabricó el primer vehículo robótico; para 1991 al 2000 se intentó construir un niño robot humano en solo cinco años; el entre 2001 y 2000 se presenta al mundo el robot ASIMO creado por la firma japonesa Honda; para los años 2011-2012 se utilizó la IA en la generación de lenguaje natural (el pecado de la manzana).

*Google* de *Google* en la actualidad; para los años 2014 – 2017 se crearon programas con el uso de la IA como *Alexa*, *Tay* y *AlphaGo*, que son pequeños robots de uso doméstico; para el 2018 – 2019 se introduce la plataforma *Duplex* de *Google*; ya para el 2020 se presenta el Transformador pre-entrenado de tercera generación.

Esta breve reseña histórica de la IA permite considera a continuación los modelos que se tienen en la actualidad y que conforman una herramienta tecnológica que ha adquirido mucha importancia en los últimos años, en los sistemas de gestión de proyectos, específicamente en lo tocante a la toma de decisiones.

En capítulo anterior se describieron los distintos modelos de IA que existen y sus características; compete en este apartado relacionar dichos modelos con la toma de decisiones, dentro de la gerencia de proyectos.

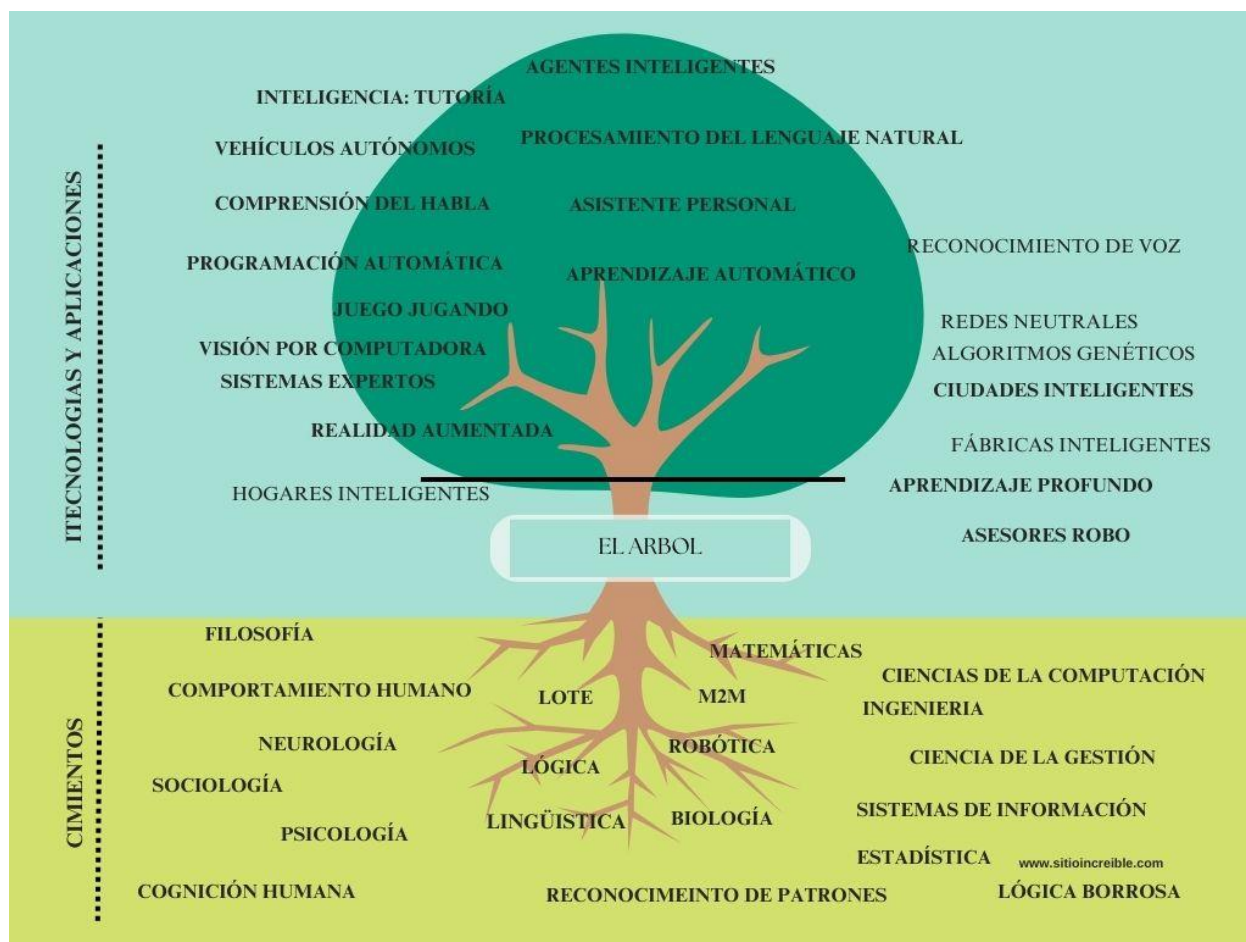
Partiendo del hecho que los directivos de empresas necesitan contar con herramientas que agilicen los procesos gerenciales, la inteligencia artificial entra a formar parte de las soluciones que se tienen para hacer frente a los retos de los gerentes hoy en día. No se trata solo de contar con los datos correctos o verificables, se trata de que cada grupo de datos puede comportarse de forma distinta según sea el entorno, la empresa, el momento de estudio, el panorama de riesgos que se prevea, entre otras variables a tener en cuenta.

Es allí cuando la IA, según el estudio de *McKinsey*, será utilizada por el 70% de las organizaciones en el 2030, teniendo como mínimo uno de los modelos existentes y adaptable a los requerimientos y objetivos de la firma. Así mismo, *McKinsey* asegura que, para esta misma década, el proceso de la toma de decisiones apalancada en el uso de la IA, tendrá una inversión global de “13 billones de dólares”.

Hablando en el presente, se tienen estadísticas que aseguran que el 66% de las personas responsables de la toma de decisiones en las empresas, están utilizando la IA lo que les ayuda a incrementar los beneficios y alcanzar los objetivos propuestos (Datision, 2021).

**Figura 4**

“Funciones y Aplicación de la IA en los Negocios”



Fuente. Elaboración Propia, basada en (Laudon & Laudon, 2020).

La figura anterior describe de manera amplia, el flujo de información desde el área de conocimiento hacia el tipo de IA que puede ser utilizada. Se menciona la filosofía, sociología, psicología, cognición humana, lógica, lingüística, el internet de las cosas (IoT), las ciencias computacionales, estadística, robótica, matemáticas, biología, entre otros fundamentos del conocimiento que requieren del uso de estas herramientas tecnológicas,

Las cuales se mencionan como tecnologías y aplicaciones para estos ítems, entre los que se enuncian vehículos autónomos, programación automatizada, tutores inteligentes, comprensión del habla, técnicas aplicadas a los juegos (*gammer*), sistemas expertos, procesamiento natural del lenguaje, reconocimiento de voz, aprendizaje automático, redes neuronales, algoritmos genéticos, conocimiento profundo, asesor robótico, entre otras tecnologías y aplicaciones que se tienen para los negocios de la índole que se sea.

Se puede observar una correlación directa desde la parte metodológica de la IA y sus fundamentos relacionados a la práctica de desarrollos tecnológicos de aplicaciones, que se observan como resultado final, semejante en sus características a la estructura de un árbol donde en la raíz se evidencian las metodologías, ciencias de datos, TICS y demás elementos que se puedan encontrar como raíz de generación de conocimiento; investigación que, después de un estudio profundo e investigación exhaustiva de esta clase de tecnologías.

Se podrán ver los frutos que el árbol da transformados en aplicaciones en el mundo real donde se combina el sistema de conocimiento humano y los sistemas de IA para poder impactar las decisiones del mundo actual en el ámbito empresarial.

A continuación, se describen los aspectos más significativos que permiten relacionar el uso de la IA con la gestión de proyectos, en cuanto a la toma de decisiones.

Se comenzará con los sistemas expertos de los cuales ya se habló en su oportunidad (marco teórico), pero que al igual que los demás modelos que se describan en este capítulo, se intenta definir su aplicación en el área de conocimiento específico abordado.

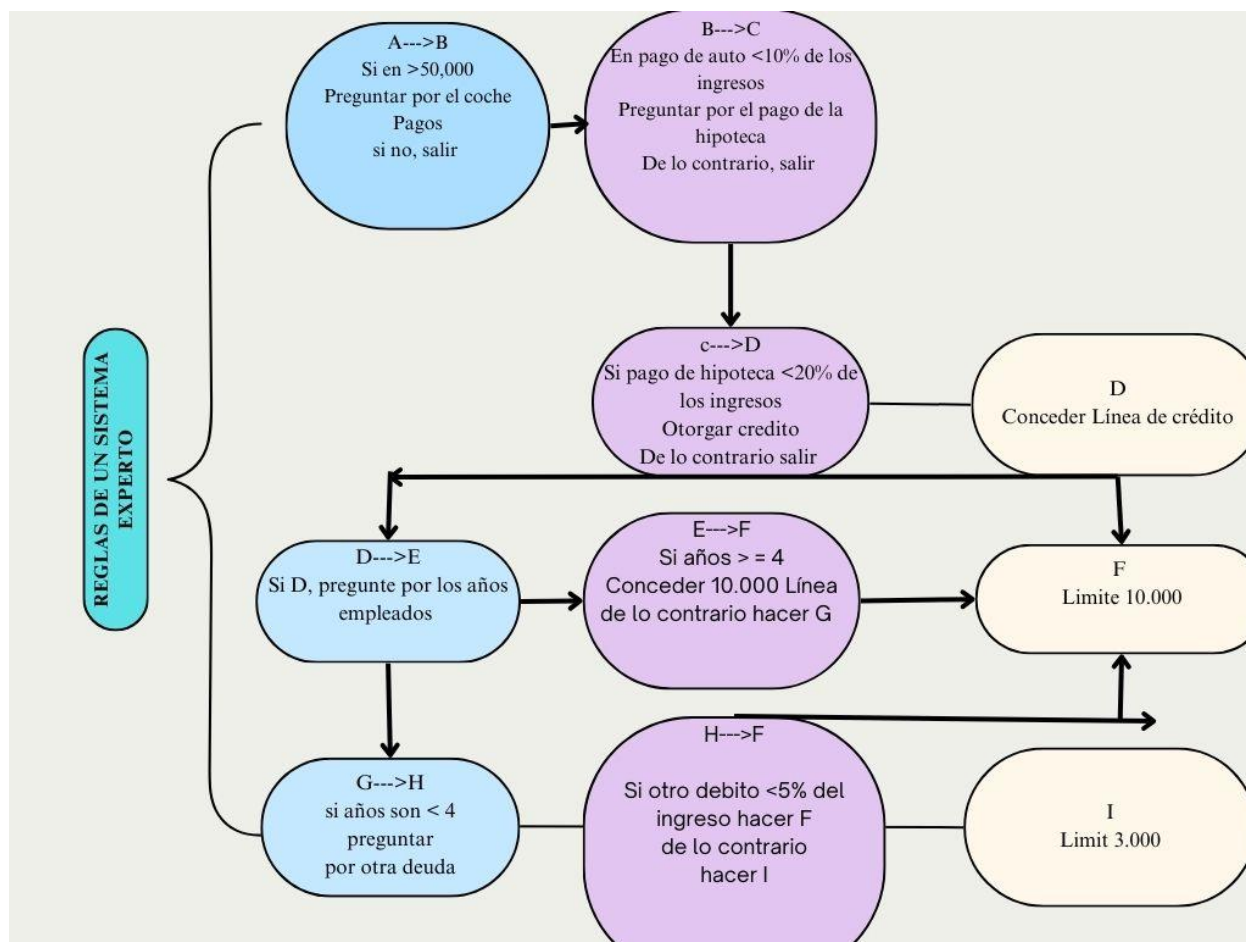
Para los sistemas expertos se cuenta con una serie de características que ayudarán a su aplicación en la toma de decisiones, tales como:

- Pueden captar el conocimiento tácito en un dominio muy específico y limitado de la experiencia humana.
- Captan el conocimiento como un conjunto de reglas.
- Realiza tareas limitadas, como, por ejemplo: diagnóstico de mal funcionamiento de la máquina, o determinar si se debe otorgar el crédito a un usuario.
- Se utiliza para la toma de decisiones discretas y altamente estructuradas.
- Base de conocimiento: conjunto de cientos o miles de reglas
- Motor de inferencia: estrategia utilizada para buscar en la base de conocimiento
- Encadenamiento hacia adelante
- Encadenamiento hacia atrás

En la siguiente figura se describen las reglas o términos a tener en cuenta cuando se utiliza esta herramienta en la toma de decisiones (ver Figura 5).

Figura 5

“Reglas de un Sistema Experto”



Nota. Elaboración propia, tomado de (Laudon & Laudon, 2020).

El funcionamiento de un sistema experto en su esencia se relaciona con el proceso de toma de decisiones dada una serie de reglas o características que se configuran al sistema para que este empiece a probar proceso por proceso hasta llegar a la decisión final. Es como observar en una hoja de cálculo una formulación de un SI pasa algo entonces genera una respuesta. Lo anterior se ejecuta  $n$  veces durante  $n$  unidades de tiempo donde el sistema experto ejecuta el proceso iterativo hasta que se salga del mismo con una decisión al final.

Un ejemplo práctico se muestra en la figura 5, en la cual se evalúan una serie de reglas dadas por el sector financiero para que al final se tome la decisión si se le presta o no el dinero al cliente. A continuación, se explicará su funcionamiento de este sistema experto. En el primer paso se evalúa un indicador el INC el cual pregunta si este cálculo es mayor a 50.000 USD entonces pasa a preguntar el sistema de pagos para el crédito de vehículo de lo contrario salga del proceso.

Después de esta fase se pasa a la etapa 2 donde se pregunta si el valor de la cuota del vehículo es menor al 10% del ingreso de la persona entonces pregunta acerca del *mortgage payment* que es el pago hipotecario, de lo contrario salga del proceso. En la tercera etapa del proceso pregunta si el pago hipotecario es menor al 20% del ingreso entonces otorgue el crédito de lo contrario salga del proceso. De esta forma el sistema experto efectúa cada una las etapas antes descritas hasta llegar a una decisión final, siempre evaluando las opciones y reglas configuradas para su análisis y toma de decisión.

Esta aplicación se puede ver actualmente en el sector financiero donde la IA es la que se encarga de este tipo de decisiones, para las cuales, en el pasado, existían analistas de créditos los que seguían una serie de pasos hasta tomar la decisión de aceptación o rechazo; en la actualidad, los sistemas expertos se aplican como una de las formas de IA que apoya estos procesos permitiendo automatizarlos y generar productividad en las empresas. Lo anterior con el ánimo de agilizar las operaciones de la empresa y destinar el recurso humano a operaciones más complejas donde la IA todavía no llega pero que el ser humano tiene la capacidad de análisis.

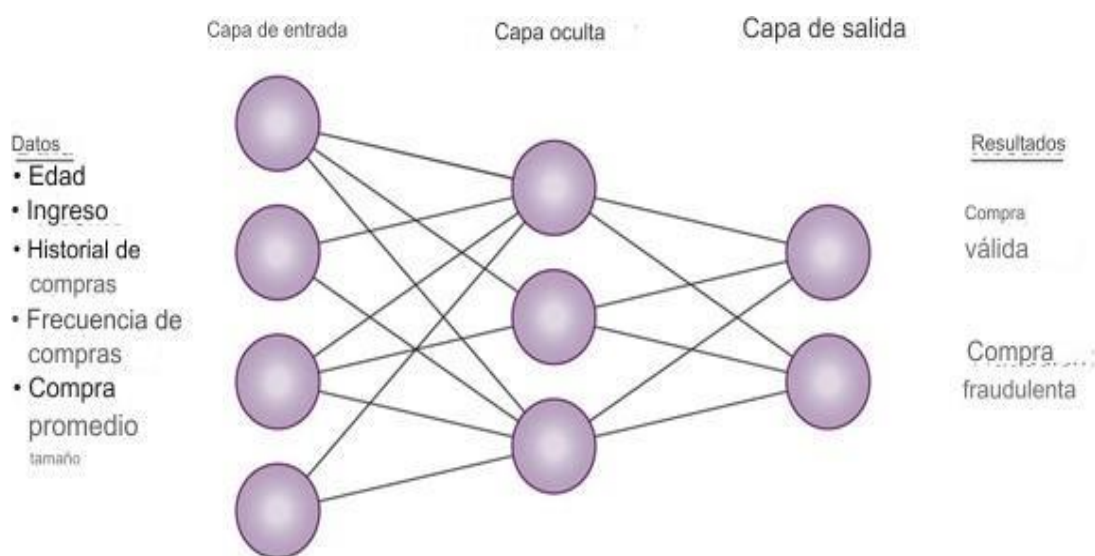
Otro de los aplicativos de la IA que pueden ser utilizados en la toma de decisiones es el aprendizaje automático (*Machine Learning*); esto en razón de los beneficios o ventajas que posee entre las que se tienen que mejoran el rendimiento de los programas computacionales sin que medie una programación explícita. Esto se debe a que es capaz de reconocer patrones, la

experiencia de uso, la utilización de aprendizajes previos (base de datos), conlleva las bondades de un aprendizaje no supervisado; además, entre los ejemplos de uso actualizados están entornos o plataformas como el buscador de Google o los sistemas de compras y recreación, Amazon y Netflix.

### Redes naturales (natural networks)

**Figura 6**

“Funcionamiento de las Redes Naturales en la IA”



*Fuente.* Tomado de (Laudon & Laudon, 2020).

La figura anterior permite visualizar un ejemplo del funcionamiento de una red natural en la IA. Se parte de una base de datos que corresponden a la edad, historia y frecuencia de compra, ingreso, promedio de compra. Se procede a introducir estos datos al sistema (*input layer*), que serán procesados (capa oculta, *hidden layer*) para luego obtener los datos de salida, que serán analizados para obtener los resultados, que en este caso son compras válidas y compras fraudulentas.

Todo lo cual permitirá al encargado de tomar la decisión en torno al comportamiento de compras de estos usuarios o del canal, para saber qué estrategias o cambios podrían darse para disminuir, en este caso, las compras fraudulentas que se observaron como resultado del proceso.

Resumiendo, las alternativas de IA que se tienen a la mano y su aplicación en los negocios en la actualidad, se tiene información que resulta relevante para entender con mayor claridad lo que está sucediendo hoy día y podrá suceder en este campo en un futuro próximo.

La promesa de la IA en la transformación de los negocios se basa en el aprendizaje para que las máquinas estén al servicio de las personas. Las estadísticas no mienten al respecto, ya que, según un reporte de *Narrative Science Survey*, publicado en el 2016 (citado en Grupo Bancolombia, 2018), el 38% de las empresas estadounidenses utilizaban IA, porcentaje que se estimó aumentaría al 62% para el 2018, y para el 2020, el porcentaje es mucho más alto, tomando como punto de referencia el volumen de inversión en el sector que para el 2019 superaba los 8.000 millones de dólares, y llegó a generar ingresos superiores a los 17.000 millones de dólares en 2021.

Ahora bien, cómo están adoptando las empresas las herramientas o modelos de la IA. Esta inquietud se responde a través de los 5 sistemas cognitivos que se conocen: los llamados sistemas de procesamiento de lenguaje natural (*machine learning*) que pueden llegar a reconocer voces y expresiones muy particulares de un texto.

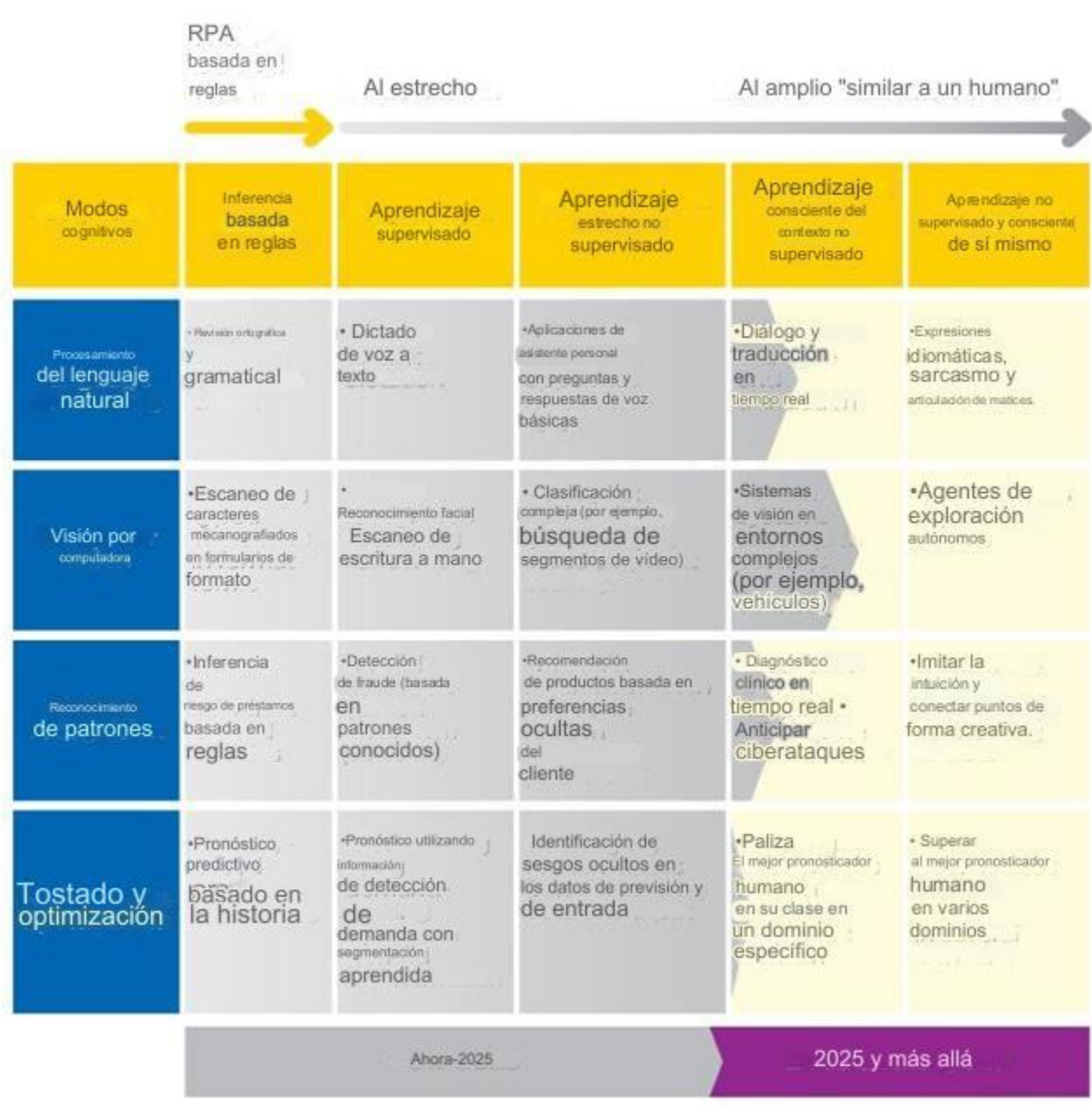
La visión por computadora que puede identificar objetos, escenas y actividades que lleven a cabo las personas; identificadores de patrones en bases de datos de gran tamaño; aspectos de razonamiento y optimización de la tecnología que pueden hacer mucho más sencillas inferencias complejas, evaluando diferentes opciones; además del área de robótica, que integra

tecnologías del conocimiento para llevar a cabo “procesos físicos y cognitivos *end-to-end*” (Grupo Bancolombia, 2018).

En cada área, la IA se ha recorrido un amplio espectro que va desde la toma de decisiones basada en reglas, pasa por el aprendizaje supervisado hasta llegar a las aplicaciones limitadas de aprendizaje no supervisado, según se observa en la siguiente figura.

Figura 7

“Aplicaciones Actuales de la Industria Principalmente en Narrow IA”



Fuente. Tomado de (Grupo Bancolombia, 2018).

De acuerdo al *TechRadar*<sup>TM</sup> (*Artificial Intelligence Technologies de Forrester*), las principales tecnologías de IA que se implementarán en los próximos años son la producción de textos a partir de datos de informática; reconocimiento de voz para la transcripción y transformación del habla humana, convirtiéndolo en un formato utilizado para aplicaciones de informática; la creación de agentes virtuales que van desde los *chatbots* a sistemas mucho más avanzados que puedan relacionarse con las personas.

Las plataformas de *machine learning* que proporcionarán algoritmos, herramientas de desarrollo y capacitación, bases de datos, al mismo tiempo que se tendrá la capacidad computacional para crear, capacitar y llevar a la práctica diferentes modelos de aplicaciones, procesos y otros mecanismos propios de la IA; también se prevé la existencia de unidades de procesamiento gráfico (GPU) y otros dispositivos creados para llevar a cabo trabajos computacionales orientados a la IA de forma mucho más eficiente.

Gestión de la toma de decisiones, la cual inserta motores de búsqueda en los sistemas de inteligencia artificial que se usan para configurar, capacitar, mantener y ajustar todas las fases del proceso; el llamado *Deep learning*, que se refiere a una clase de aprendizaje automatizado que conlleva el uso de redes neuronales artificiales (ANN), con muchos *layers* de abstracción; el campo de la biometría como ya se conoce pero con interacciones más naturales entre las máquinas y las personas, con reconocimiento de imagen, tacto, habla y hasta el lenguaje corporal.

Otro aspecto que se podrá observar en la IA en un futuro próximo es la llamada “automatización robótica de procesos” (Grupo Bancolombia, 2018), que contempla el uso de *scripts* y otros métodos en la automatización de las actividades humanas como respaldo para incrementar la eficiencia de los procesos; análisis de texto y procesamiento de lenguaje natural

(NLP) que se utiliza en el análisis documental con el fin de facilitar la comprensión lectora, la percepción y la intención utilizando métodos estadísticos y de *machine learning* (Grupo Bancolombia, 2018).

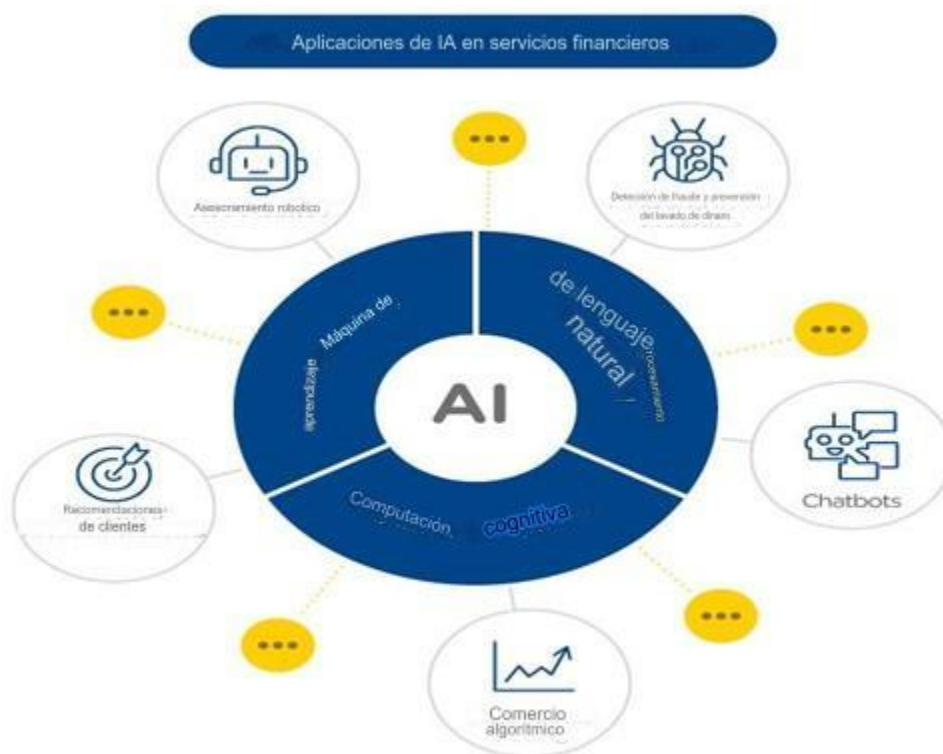
Continuando con el ejemplo de la aplicación de la IA en los sistemas financieros, se puede decir que el manejo tradicional de este sector no llenó las expectativas de los clientes, que ya tienen en mente otras opciones presentadas por Bancos que ya entraron en la era de la transformación digital de sus productos y servicios, siendo está fundamentada en la identificación de peligros, fraudes y la disminución de coste, haciendo que estas entidades sean más competitivas.

Lo que, adicional a la creación de nuevos perfiles del cliente de recursos o usos digitales relacionados con organizaciones que ya han marcado un camino en la adopción de la IA, como el caso de Amazon, Google, Facebook y Apple, permite tener un usuario cada vez más exigente y conocedor de lo que quiere y puede exigirle a su Banco. Todo lo cual permite identificar las bondades de la aplicación de los modelos de IA en el sector financiero en el mundo.

La figura a continuación ilustra estas aplicaciones.

**Figura 8**

*“Herramientas IA Aplicadas a los Servicios Financieros”*



*Fuente.* Tomado de (Grupo Bancolombia, 2018).

De tal manera que, se puede afirmar que los banqueros alrededor del mundo han centrado su vista en la implementación de las herramientas de la IA, por cuanto estiman que les facilitará habilitar interfaces de los usuarios que, a su vez, permitirá tener una experiencia más parecida a la humana con los clientes.

Entre las acciones en las cuales se está aplicando la IA en los sistemas financieros, se tienen, la identificación de fraudes, en la que la IA tiene la capacidad de determinar alguna actividad fraudulenta en el mismo momento que se lleva a cabo, adelantándose incluso a nuevos procesos sospechosos que pudieran ocurrir en el futuro; el aspecto del cumplimiento, puesto que

la tecnología que se desarrolla en estas plataformas permita el aseguramiento de los requisitos legales.

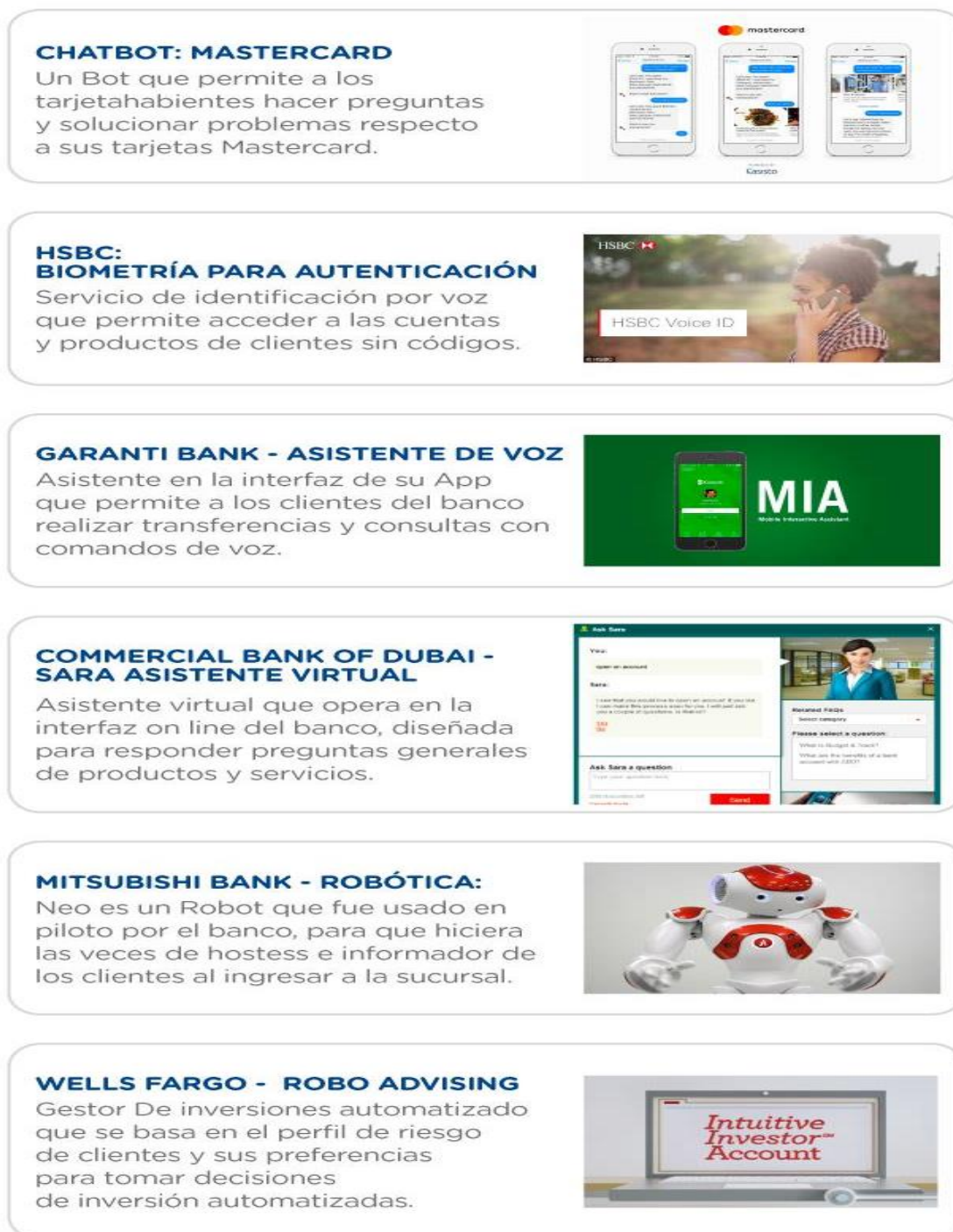
Al mismo tiempo que se pueden monitorear los datos en tiempo real, identificando con antelación los problemas; beneficio en la disminución de los costos y el incremento de los ingresos, lo cual es posible con la implementación de la IA, ya que la automatización posibilita el incremento de la competitividad de la empresa, a partir del uso de asistentes virtuales direccionados en la atención de los usuarios; en la toma de decisiones, la IA permite tomar decisiones más rápido y asertivamente, asumiendo además un mayor conocimiento del comportamiento de los consumidores.

Se permite incrementar la participación de los clientes al crear plataformas interactivas con funciones más intuitivas y que recreen las actividades propias del proceso de asesoría que se requiera; finalmente, la IA permite la ejecución de la gestión de las inversiones de forma totalmente automatizada, sin que medie la intervención del recurso humano, con base en algoritmos matemáticos que “soportan las decisiones de inversión e interpretan las preferencias de los clientes según sus perfiles de riesgo” (Grupo Bancolombia, 2018).

La figura a continuación resume la manera más común de uso de la IA en los entornos financieros. (Ver Figura 9).

Figura 9

“Aplicaciones de la IA en el Contexto Financiero”



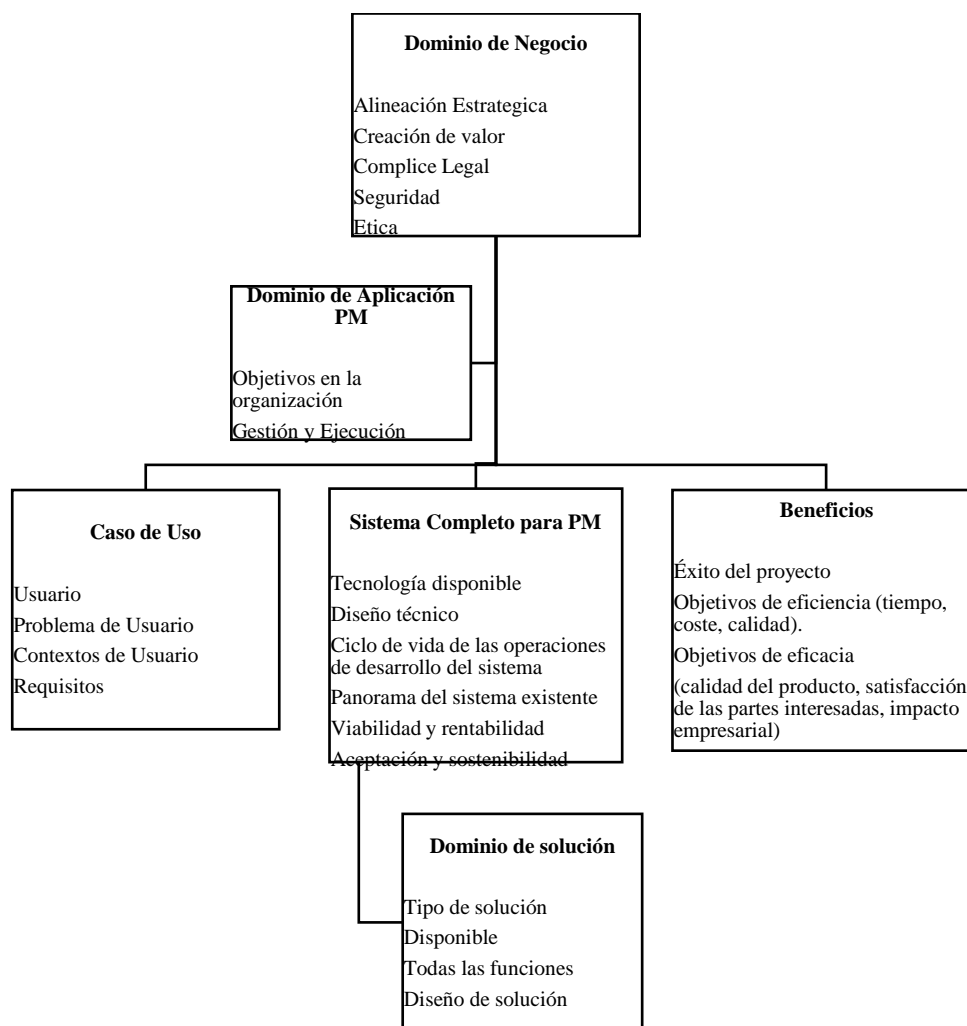
Fuente. Tomado de (Grupo Bancolombia, 2018).

## **Factores a tener en cuenta para la selección del modelo de IA de acuerdo al proyecto a desarrollar**

En un estudio llevado a cabo por Auth et al. (2021), describe el marco conceptual de la IA para su aplicación en la gerencia de proyectos, lo cual realizan en dos fases; la primera de ellas enfocada en la revisión de la literatura del área de IA aplicada a PM (*Project Management*); y la segunda fase, dirigida a realizar entrevistas con expertos de varios sectores, lo cual permitió identificar los requerimientos o factores necesarios para el empleo de la IA en la gerencia de proyectos.

**Figura 10**

*“IA aplicada en la Gerencia de Proyectos”*



*Fuente.* Elaboración Propia basada en (Auth, Jöhnk, & Wiecha, 2021, pág. 165).

La figura anterior presenta el marco conceptual o referencial para la aplicación de la IA en la gerencia de proyectos. Ubica en el centro del diagrama el sistema de IA para PM como un sistema de información sociotécnica, cuya parte técnica está formado por una clase especial de sistemas de aplicación.

Este sistema está conectado (directa o indirectamente) con otros cinco elementos del marco a través de relaciones o funciones (patrocinadores, transformación, mejora, entrega, controles, asistencia, usos y permisos, definiciones, soluciones y contribuciones). Los aspectos más relevantes para los sistemas de IA aplicados en la PM son el estado de la tecnología disponible para el desarrollo de sistemas basados en un diseño técnico. El desarrollo de sistemas y las operaciones están vinculadas a una vista orientada al ciclo de vida de la IA, que también incluye el desarrollo continuo.

En la práctica, rara vez es posible para iniciar un desarrollo totalmente nuevo, por lo que para el sistema existente hay que tener en cuenta el entorno. Así mismo, por el carácter innovador de un sistema de IA aplicado a PM, se requiere prestar especial atención a la viabilidad, la rentabilidad, aceptación y sostenibilidad de su implementación (Auth, Jöhnk, & Wiecha, 2021)

Dado que el marco está diseñado para el uso práctico de la IA en los negocios, el dominio que puede ser visto como el punto de entrada para un análisis potencial de la inteligencia artificial o la identificación y desarrollo de casos de uso adecuados. La perspectiva empresarial incluye aspectos como la estrategia y aportación de valor, que puede operacionalizarse, a partir de análisis de rentabilidad, en un caso específico. El caso de negocio resultante también debe considerar la conformidad legal, la seguridad y el cumplimiento ético, así como la seguridad del soporte de PM basado en IA en términos de una justificación empresarial extendida.

A partir de estas consideraciones preliminares, se evidencia que en el proceso de selección del modelo de IA idóneo para el tipo de negocio que se está implementando, se deben tener en cuenta aspectos como la planificación y la ejecución, así como los aspectos económicos, de eficiencia, aceptación y eficacia que se traducen en la implementación del modelo; de igual

manera la solución seleccionada debe ser asegurada a través del control en todas las fases de aplicación.

Aspectos como las implicaciones para la aplicación de la IA en las organizaciones, toman en cuenta para el uso de IA en el dominio de aplicación de la gerencia de proyectos, por un lado, se tienen beneficios potenciales relevantes a la práctica y, por otro lado, sobre la base del estado científico y teórico de la investigación, determinándose que el desarrollo tecnológico ha llevado a la creación de una variedad considerable de enfoques para las soluciones de IA. Desde el punto de vista de las empresas, la aplicación de IA en PM debe ser medida por su contribución a la creación de valor.

El marco refleja esto a través de la dimensión del beneficio, que sirve como punto de partida para las consideraciones estratégicas del despliegue de IA.

De acuerdo a los lineamientos estratégicos establecidos por las empresas, las expectativas de los beneficios generados por la aplicación de la IA en el PM, pueden ser evaluadas cuantitativa y cualitativamente a través de la operacionalización de las metas. Por lo tanto, se sugiere identificar los casos de uso que son técnicamente viables y económicamente beneficiosos.

En este orden de ideas, se define el desarrollo de un modelo de costos paramétrico confiable en la etapa conceptual del proyecto, como aspecto crucial para los gerentes de proyecto. Los métodos existentes han desarrollado algoritmos estadísticos para la predicción de costos de proyectos.

Sin embargo, estos métodos no producen resultados precisos. De tal manera que, los resultados de la predicción de costos, debido a la naturaleza de los datos que son pequeños e inestables, demuestran la utilidad de la Inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (ML)

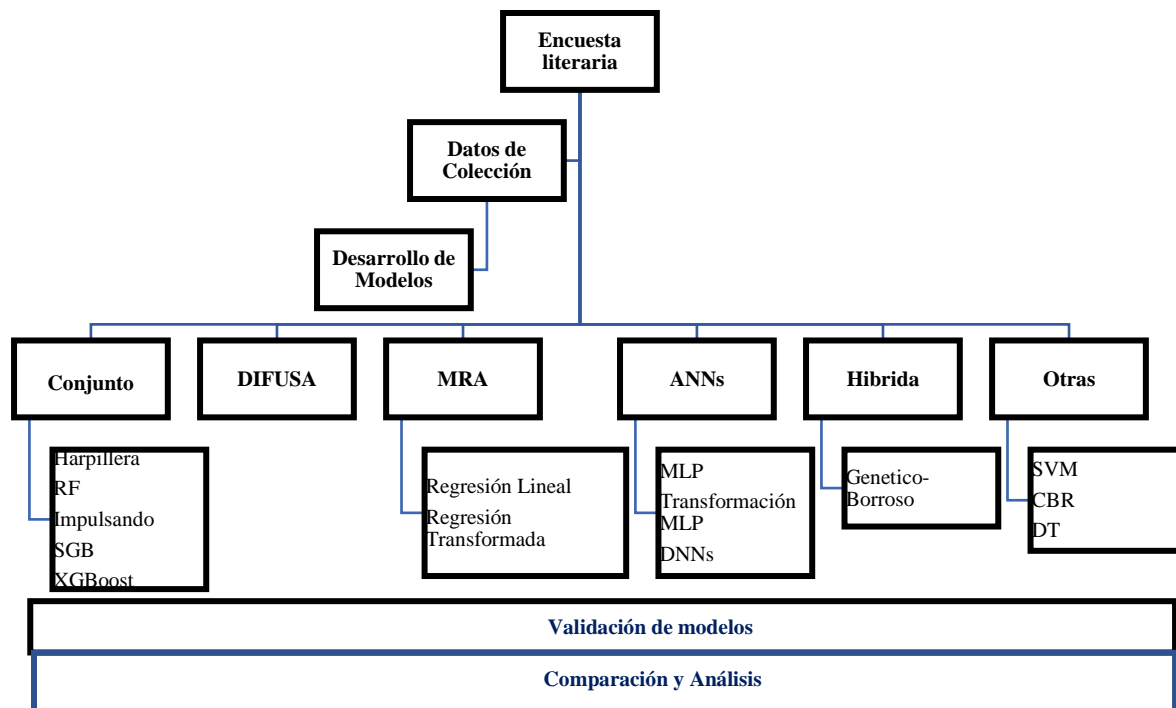
como algoritmos que incluyen numerosos modelos y algoritmos para supervisar las aplicaciones de regresión. Por lo tanto, el análisis comparativo para la selección del modelo idóneo de IA, requiere de la elaboración de guías para la toma de decisiones por parte de los profesionales del área (Elmousalami, 2021).

Elmousalami (2021) centra su estudio en analizar 20 técnicas de IA que son utilizados para el modelado de costos conceptuales, tales como el modelo de lógica difusa, redes neuronales artificiales, análisis de regresión múltiple, basado en casos de razonamiento, modelos híbridos, como el modelo genético difuso, y métodos de conjunto, entre otros.

A continuación, se muestra los modelos conceptuales que se prueban en el estudio.

**Figura 11**

*“Modelos Conceptuales Revisados en el Estudio”*



*Fuente.* Tomado de (Elmousalami, 2021, pág. 186)

**Tabla 4***Cálculo de las Diferentes Distribuciones Probabilísticas*

FMF	MAPA %	R2	R*2	Tiempo Computacional (Segundos)	Memorial Computacional (Megabits)
Triangular	14.700	0.863	0.857	3.6	9.06
Forma de Z	16.6	0.842	0.83	6.4	10.1
Trapezoidal	15.800	0.81	0.807	5.3	10.3
Forma de S	15.300	0.79	0.79	8.71	11.78
Sigmoidea	14.95	0.863	0.86	5.3	10.3
Gaussiano	12.900	0.893	0.890	7.7	13.57
Campana	13.200	0.871	0.881	6.3	12.24
Gene.					

---

*Nota.* Tomado de (Elmousalami, 2021, pág. 189).

En la figura anterior se prueban las distribuciones estadísticas para examinar la de mayor ajuste a los datos. Se selecciona la distribución gaussiana por ser la de menor ajuste.

**Tabla 5***Grado de Exactitud del Algoritmo Desarrollado*

	<b>Algoritmo/modelo</b>	<b>Tipo de</b>	<b>MAPA</b>	<b>MAPA %</b>	<b>R2</b>	<b>R*2</b>
		<b>Algoritmo:</b>	<b>%</b>	<b>categorización</b>		
		<b>Regresión</b>				
		<b>supervisada</b>				
<b>M1</b>	XGBoost	Métodos de Conjunto	9.091	Abajo 10	0.931	0.929
<b>M2</b>	Regresión Cuadrática*	MRA	9.120	Abajo 10	0.857	0.851
<b>M3</b>	Regresión Simple*	MRA	9.130	Abajo 10	0.803	0.796
<b>M4</b>	Cuadrática MLP*	ANNs	9.200	Abajo 10	0.904	0.902
<b>M5</b>	Plano MLP*	ANNs	9.270	Abajo 10	0.913	0.912
<b>M6</b>	Regresión Semilogarítmica*	MRA	9.300	Abajo 10	0.915	0.910
<b>M7</b>	Árboles Adicionales	Métodos de Conjunto	9.714	Abajo 10	0.948	0.947
<b>M8</b>	Tronco Natural MLP*	ANNs	10.230	Abajo 20	0.905	0.910
<b>M9</b>	Harpillera	Métodos de Conjunto	10.246	Abajo 20	0.914	0.911
<b>M10</b>	RF	Métodos de Conjunto	10.503	Abajo 20	0.916	0.913

<b>M11</b>	AdaBoost	Métodos de Conjunto	10.679	Abajo 20	0.875	0.871
<b>M12</b>	SGB	Métodos de Conjunto	11.008	Abajo 20	0.926	0.924
<b>M13</b>	Regresión Reciproca*	MRA	11.200	Abajo 20	0.814	0.801
<b>M14</b>	Regresión de Potencia (2)*	MRA	11.790	Abajo 20	0.937	0.931
<b>M15</b>	DNNs	ANNs	12.059	Abajo 20	0.785	0.779
<b>M16</b>	DT	Módulo de árbol	12.488	Abajo 20	0.886	0.883
<b>M17</b>	Genético Difuso	Modelo Híbrido	<b>12.900</b>	Abajo 20	<b>0.893</b>	<b>0.890</b>
<b>M18</b>	CBR	Basado en Casos	17.300	Abajo 20	0.859	0.852
<b>M29</b>	SVM	Basado en Kernel	21.217	Inaceptable	0.136	0.133
<b>M20</b>	Difusa	Teoría Difusa	26.300	Inaceptable	0.857	0.851

---

*Nota.* Tomado de (Elmousalami, 2021, pág. 191).

En la tabla anterior se hace al análisis y se pone a prueba las medidas de exactitud de los métodos empleados, seleccionándose el de menor ajuste que es el algoritmo *XGBosst*.

Elmousalami (2021), concluye que de un total de 20 modelos ML desarrollados utilizando modelos basados en árboles, métodos de conjunto, sistemas difusos, CBR, ANN, SVM y modelos de regresión transformados, la precisión de los modelos analizados fue probada desde dos perspectivas: MAPE y ajustado R2. Los resultados mostraron que la forma más precisa y adecuada método fue XGBoost con 9.091% y 0.929% para MAPE y R2 ajustado, respectivamente.

Otro de los factores a tener en cuenta antes de realizar el estudio para conocer cuál es el modelo de IA adaptable a la empresa, es la revisión de la identificación estructurada, desarrollo e implementación de casos de uso, en los cuales se puede comprobar el beneficio que ha tenido esta estrategia en los negocios, lo que es posible definir a partir del potencial de la IA para transformar proyectos tradicionales a proyectos prácticos, en la cual la gerencia de proyectos en sí tiene inmersa variables técnicas y sociales con un nivel de incertidumbre alto.

Lo anterior debido a la variabilidad del factor humano y otros aspectos, como por ejemplo, se puede pensar en la necesidad de los clientes, el desempeño de los desarrolladores entre otros. La inteligencia artificial puede asistir los gerentes de proyectos y a sus colaboradores automatizando tareas de trabajo diario o repetitivas, puesto que un alto volumen de tareas de tipo analítico pueda ser desarrolladas por la AI, también puede realizar estimaciones o proyecciones bajo riesgo en los proyectos y aún más, puede tomar decisiones de cualquier tipo, lo anterior trae como resultado el incremento de la productividad del proyecto (Khanh, Tran, & Grundy, 2019)

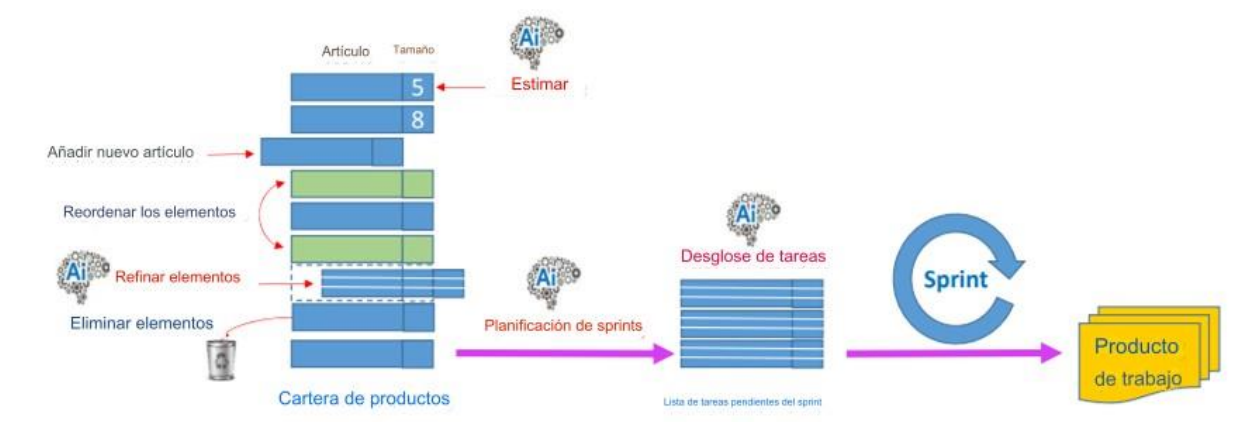
Es claro que es necesario ampliar el concepto de proyecto ágil para facilitar la comprensión de este factor, por lo que a continuación se explican los aspectos formales de este término. En primer lugar, se observan claramente tres etapas que hacen referencia a las

actividades básicas del proyecto real como requerimientos de cliente o necesidades del mismo; entre los requerimientos se tiene la constante actualización de tal manera que se debe estar ajustando las actividades, eliminando o agregando otras en cualquier periodo de tiempo.

Después de que ya se tenga la estimación, se pasa a la etapa *sprint backlog* que se define como múltiples interacciones así como también sus fases posteriores *sprint*, y finalmente *working product* que es donde se sigue trabajando en el proceso o actividades ya redefinidas.

## Figura 12

“Un Ejemplo Típico de Construcción de Proceso Ágil”



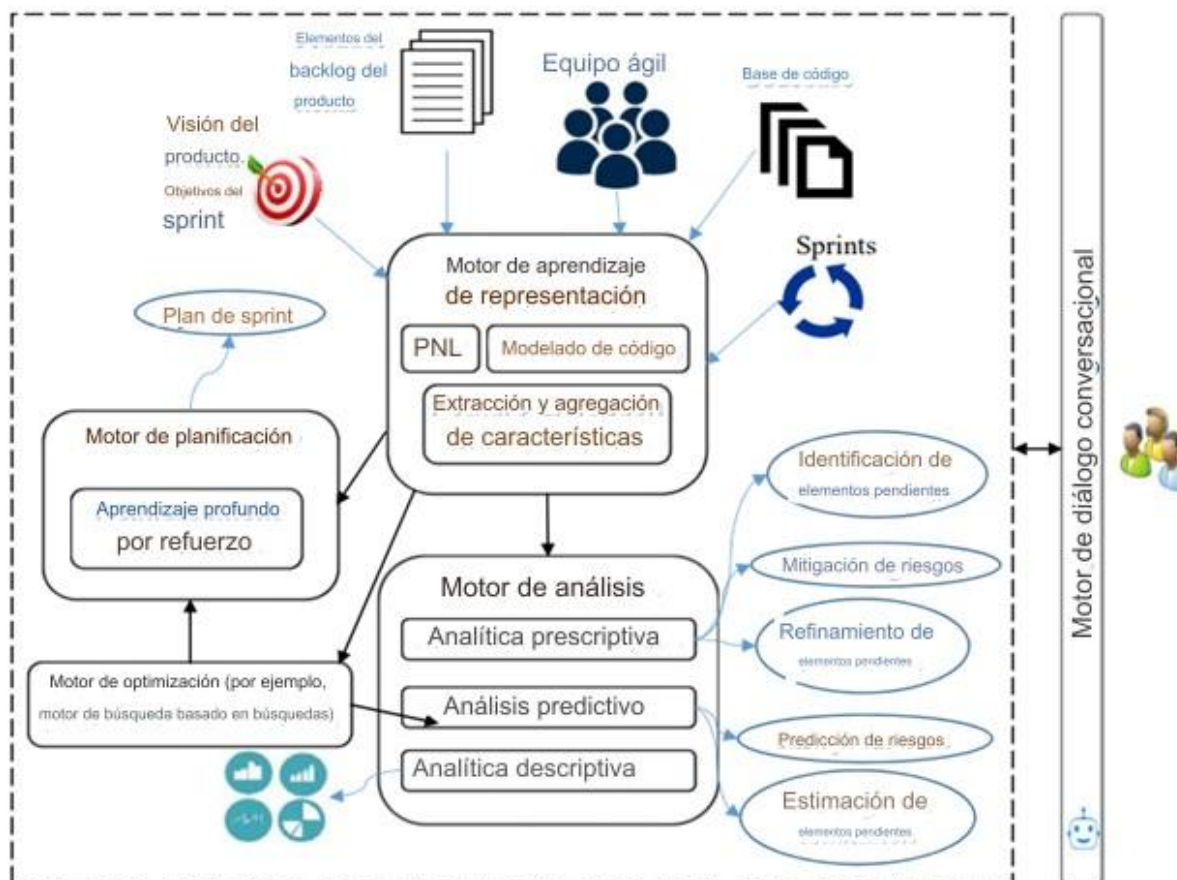
Fuente. Tomado de (Khanh, Tran, & Grundy, 2019, pág. 41)

En la siguiente figura se observa un marco conceptual para trabajar proyectos ágiles (AP) combinado con IA; este marco relaciona la interacción de requerimientos de los clientes o productos o servicio junto con un motor de aprendizaje que selecciona el tipo de código a realizarse o sistema de gestión de conocimiento; es decir de donde viene la información todo esto se puede lograr siempre y cuando se tengan definidos los objetivos del proyecto.

Posteriormente muestra la relación de este marco con los tipos de algoritmos de IA desde su enfoque ya sea predictivo, prescriptivo o descriptivo cada enfoque puede ser desarrollado usando Apps combinadas con la IA para tomar decisiones. Estas decisiones pueden ser identificación del producto, gestión de riesgo, predicción o estimaciones. Posteriormente pasa a un motor de optimización para registrar la información y poder tomar decisiones de tipo *planning* en los proyectos, permitiendo poder agilizar el proyecto y aumentar su productividad.

Figura 13

“Arquitectura de un Asistente de Gestión de Proyectos Ágiles Impulsados por la IA”



Fuente. Tomado de (Khanh, Tran, & Grundy, 2019, pág. 43)

En este estudio se pudo ver un marco referencial y conceptual para proyectos ágiles, encontrando las relaciones de los proyectos y cómo se puede llegar a la fase de decisión empleando dicho marco.

Las empresas que están considerando el uso de IA en PM se enfrentan al reto de seleccionar la solución adecuada entre los modelos existentes. Esto requiere de la identificación previa del problema o tarea a resolver. La intención de utilizar la IA como solución potencial

restringe el espectro de selección al entorno de los sistemas de tecnología de la información, lo que conlleva el análisis y desarrollo de estos sistemas como la solución más idónea.

El análisis casos de uso de estos sistemas, representan un instrumento comprobado para analizar el mundo de los problemas o dominio de aplicación desde la perspectiva de los actores involucrados. (Hofmann, Jöhnk, Protschky, & Urbach, 2020) describen un procedimiento para el desarrollo de casos de uso de IA para PM, que incluye los siguientes pasos: preparar, descubrir, comprender, diseñar e implementar. Lo cual se complementa pre estructurando los dominios de la aplicación y la solución dentro el contexto específico de la empresa.

La influencia de la empresa y el contexto del proyecto es otro de los factores que se debe mencionar en este análisis, toda vez que, al aplicar el marco referencial seleccionado, se debe tener en cuenta los detalles del contexto empresarial, es decir, el entorno en el que la empresa opera y lleva a cabo proyectos, así como el contexto del proyecto, es decir, las condiciones macro que normalmente se aplican a los proyectos.

Las condiciones en estos dos factores contextuales determinan de forma decisiva la aplicabilidad, la aportación de valor y el diseño concreto de soluciones de IA en PM. Del mismo modo, el enfoque de proyectos también contribuye a potencializar las soluciones de IA que se tienen a la mano.

Continuando con el análisis, se puede mencionar lo que describen *Najdawi y Shaheen* (2021), la investigación tiene como objetivo explorar e investigar qué metodología de gestión de proyectos se recomienda para proyectos de transformación de inteligencia artificial (IA). Es necesario alinear los proyectos con los objetivos comerciales estratégicos para lograr los resultados deseados para cualquier programa de transformación digital enfocada en metodología

Scrum, que es un proceso para realizar un grupo de tareas de forma regular, con el propósito de fomentar el trabajo en equipo.

La metodología de gestión de proyectos ayuda a estandarizar los estudios de un proyecto en curso que podría tener un efecto continuo en la organización. También ayuda a asegurar las prácticas, el lenguaje y los procesos estándar que garantizan el flujo fluido de un proyecto y son vitales para la gestión de proyectos.

El enfoque de la metodología Scrum depende de la gestión de un proceso que debe ser claramente descrito o etiquetado como "cajas negras". Scrum está bastante inspirado en el *rugby*, deporte que requiere de una buena formación y unidad entre sus jugadores. Los tres módulos principales de un modelo Scrum consisten en relaciones, procesos y artefactos. La persona que lidera el equipo que generalmente es un gerente de proyecto, se conoce como el maestro Scrum.

Aunque se trata de una metodología conocida y de uso frecuente, todavía es difícil encontrar expertos en el tema, por la alta complejidad que se maneja.

Los resultados esperados ayudarán a todas las organizaciones que planean ejecutar proyectos de transformación digital utilizando tecnologías de IA, a obtener una herramienta que les permita evaluar su elaboración, teniendo el derecho a cambiar las estrategias basadas en el análisis para minimizar los riesgos asociados a la falta de capitalización de las inversiones en IA, lo cual es sugerido por estudios previos.

Como último factor se mencionarán los cambios en tareas y roles en la gestión de proyectos. Los factores descritos anteriormente tienen en cuenta principalmente las condiciones para la introducción de soluciones de IA en PM. Sin embargo, el uso de AI en PM también cambia la forma en que los proyectos se llevan a cabo y, por lo tanto, tiene implicaciones concretas para el desempeño de roles y tareas de las personas involucradas.

Como se describió anteriormente, la IA puede ser usada en diferentes escenarios, en los cuales se tienen herramientas tecnológicas como el uso de *chatbots* o procesamiento de lenguaje natural, que facilita la implementación de la IA seleccionada. Al mismo tiempo, prometen beneficios comparativamente bajos porque no abordan los desafíos fundamentales de la gerencia de proyectos. Por el contrario, la literatura describe varias soluciones basadas en IA para su aplicación en el PM en áreas de conocimiento.

Sin embargo, estas soluciones teóricas hasta ahora han luchado por traducirse en soluciones prácticas que consideren de manera suficiente el dominio de la aplicación, así como el contexto específico de la empresa y del proyecto. Lo mismo se aplica a soluciones completas de IA como una combinación de estas dos primeras soluciones. En cuanto al grado de automatización, la IA ofrece un continuo de posibilidades de aplicación, a partir de la automatización completa de tareas individuales para el apoyo sinérgico del recurso humano en el desempeño de sus tareas.

Un *chatbot* es un programa automatizado creado con el propósito de representar una conversación con personas a través de la Internet. En última instancia, el *chatbot* actúa como un asistente virtual o agente interactivo en una interfaz de conversaciones para responder al usuario consultas o mensajes a través de canales de comunicación como aplicaciones móviles, aplicaciones de mensajería o aplicaciones basadas en navegador. Los *chatbots* se han vuelto más populares en la actualidad y la mayoría de las empresas los implementan donde sea posible para reducir la operación costo (Dutt, Sasubilli, & Eswararao, 2020).

En muchos casos, los recursos humanos se utilizan para responder a consultas de los usuarios, donde el *chatbot* puede hacer el mismo trabajo buscando los datos en el sistema para que el talento humano pueda ser utilizado para otras tareas avanzadas. A medida que avanza la

tecnología, los *chatbots* también se evalúan de una mejor manera para que puedan hacer algunas otras tareas más allá de simplemente responder a las preguntas textuales.

Este documento proporciona una solución basada en *chatbot* para usuarios o candidatos, que están buscando un trabajo para aplicar en una empresa. Esta solución facilita el proceso de búsqueda y solicitud de empleo, donde el usuario puede solicitar un trabajo en unos pocos toques sin visitar el sitio web de la empresa o su aplicación móvil.

Los *chatbots* permite la conectividad a cualquier tipo de aplicación como Facebook, Twitter entre otras no es necesario aplicaciones adicionales para su uso, también es importante acotar que un *chatbot* soporte varios idiomas y adicional es multicanal es decir se puede usar en múltiples canales al mismo tiempo. El artículo estudia un *chatbot* aplicado a la toma de decisiones en un departamento de recursos humanos en actividades que tiene que ver con la búsqueda de empleo en una empresa.

La técnica NLP (*Natural Language Processing*) es el tipo de tecnología de la IA que se usa para este estudio pues mediante esta se puede estudiar el análisis sentimental de un ser humano y llevarlo a *Bot* (robots virtuales). El departamento de recursos humanos con este tipo de tecnología le permite tomar decisiones rápido y los procesos se vuelven muchos más ágiles al momento de seleccionar un determinado candidato.

El concepto detrás del uso del procesamiento del lenguaje natural [PNL] modelo es entender la consulta generada por el usuario o una persona que asiste a la entrevista. Las entrevistas, que han sido realizadas por la persona en físico pueden ser reemplazadas por las máquinas en el canal asegurado, donde puede extraer el conocimiento sobre diferentes personas, que están teniendo diferentes tipos de conocimiento.

El *bot* es un software o programa informático de IA que opera de forma autónoma; es decir, puede desarrollar tareas imitando al quehacer cotidiano o profesional de las personas.

Entre las características que posee se tienen:

- El *bot* debe comprender el idioma en el que se comunica el usuario con él.
- El *bot* necesita entender los elementos claves en las preguntas a ser ejecutadas.
- Necesidad de obtener respuestas relacionadas con la empresa
- Necesidad de entender las diferentes revisiones dadas en el rol específico en la empresa
- Necesidad de entender la revisión específica en la empresa antes de pedirles que respondan preguntas
- El *bot* debe comprender las respuestas, aunque existan faltas de ortografía (Dutt, Sasubilli, & Eswararao, 2020).

### **Aplicaciones de modelos de IA correspondientes a la toma de decisiones. (Casos de éxito)**

De acuerdo a la evolución y desarrollo vertiginoso que han tenido las máquinas de aprendizaje profundo así como algunas aplicaciones de la IA, hoy en día es una realidad su implementación en las organizaciones a nivel mundial; sin embargo, existen aún retos por cumplir cuando se trata de aplicar este tipo de inteligencia y las tecnologías de las que se acompaña, en algunos tipos de industrias como las del sector energético para la toma de decisiones, lo que ha generado estudios relacionados con las tecnologías de IA que soporta la gerencia de proyectos en dicho sector.

Es decir que estudia qué tipo de tecnologías son claves y a su vez respaldan las aplicaciones de gestión de negocios desde la perspectiva empresarial de la red eléctrica, donde se han investigado los casos de uso más avanzados. Finalmente, se prevén posibles tendencias de desarrollo de la gestión empresarial al considerar la innovación de las tecnologías de IA (Chai, Zhang, Chen, Zhao, & Gao, 2019).

En este capítulo se considera el caso de aplicación de la IA en una empresa de servicios públicos (red eléctrica), como la *State Grid Corporation of China Co. Ltd.* (SGCC) que es la empresa de servicios públicos más grandes del mundo. En algunas sucursales de la SGCC se ha implementado IA con tecnologías avanzadas (Chai, Zhang, Chen, Zhao, & Gao, 2019).

Algunos resultados se muestran a continuación por tipo de tecnología y campo de aplicación dependiendo del tipo de tarea a desarrollar.

**Tabla 6***Tecnologías Claves de IA y sus Productos o Servicios (1)*

<i>Categoría</i>	<i>Tecnología clave</i>	<i>Solicitud</i>
Reconocimiento de voz	Tecnología de activación por voz, tecnología de procesamiento frontal acústico, tecnología de reconocimiento de huellas de voz, síntesis acústica	Sistema inteligente de entrada de voz, asistente de voz inteligente, altavoz inteligente, sistema de voz para automóvil, sistema médico asistido por voz inteligente, sistema inteligente de calificación del idioma hablado.
Procesamiento natural del lenguaje	Traducción automática, comprensión semántica, generación de lenguaje natural.	Herramienta de traducción online, APPs de traducción, motor de búsqueda semántica, robot de chat
Reconocimiento de imágenes y videos	Tecnología de preprocesamiento de imágenes, clasificación de extracción de características, algoritmo de coincidencia de imágenes, comparación de similitudes	Búsqueda inteligente de imágenes, reconocimiento de rostro humano, reconocimiento de huellas dactilares, reconocimiento de códigos sean, robot industrial visual
Gráfico de conocimiento	Representación del conocimiento, reconocimiento y extensión de entidades, desambiguación de entidades, extracción de relaciones, razonamiento del conocimiento, cuestionario de conocimientos y diálogo.	Motor de búsqueda inteligente, sistema automático de preguntas y respuestas, sistema de recomendación, toma de decisiones y herramientas de apoyo.

*Nota.* Tomado de (Chai, Zhang, Chen, Zhao, & Gao, 2019, pág. 685).

A continuación, se observan tareas básicas dadas en cualquier empresa relacionadas con el tipo de tecnología que se podría desarrollar teniendo como base la IA.

**Tabla 7***Tecnologías Claves de IA y sus Productos o Servicios (2)*

<b>Toda la tecnología</b>	Reconocimiento de voz	Procesamiento natural del lenguaje	Reconocimiento de imágenes y vídeos	Gráfico de conocimiento
<b>Casos de uso</b>				
Gestión de oficina de automatización.	0	80	20	80
Sistema de monitorización de trabajadores	0	0	100	0
Selección de currículum de empleado	0	100	0	60
Línea directa de atención al cliente	100	100	0	40
Gestión de videoconferencias	40	100	20	0
Asistente de despacho virtual	60	60	0	100

*Nota.* Tomado de (Chai, Zhang, Chen, Zhao, & Gao, 2019, pág. 689).

La tabla que se muestra a continuación relaciona el futuro de la IA y sus aplicaciones en las empresas del sector energético, particularmente en cualquier tipo de proyecto o toma de decisión que impacte la productividad de la empresa. Las nuevas tecnologías emergentes como 5G y 6G en estudio próxima a su lanzamiento en unos dos años, pueden soportar perfectamente además de tener la capacidad de enlazar más rápidamente la IA con todos los niveles o departamentos de la empresa. Lo anterior permitirá que las empresas puedan impactar más rápidamente el mercado, llegando a las nuevas generaciones que van enfocadas a los desarrollos tecnológicos y la IA.

Por otro lado, si se pretende mejorar un servicio, el director o gerente, junto con su equipo de trabajo, deberán enfocarse en el uso de interfaces e inteligencias híbridas, las cuales se podrán usar con el desarrollo y puesta en marcha de las 5G, la realidad virtual aumentada y realidad virtual se podrían combinar con la IA para generar más potencial en el mundo empresarial.

#### Figura 14

*“La Tendencia Futura de la Aplicación de IA en la Gestión Empresarial de las Empresas de la Red eléctrica”*



Fuente. Tomado de (Chai, Zhang, Chen, Zhao, & Gao, 2019, pág. 687).

La inteligencia artificial es una herramienta que permite a los especialistas en *marketing* crear experiencias de cliente altamente personalizadas, aumentar la capacidad de respuesta de la organización, así como resolver los problemas de los usuarios. Con esto en mente, se analiza el *chatbot* como herramienta de inteligencia artificial en *marketing*, su aplicación actual, así como su futuro potencial en el campo antes mencionado (Arsenijevic & Jovic, 2019).

El estudio demostró que la mayor ventaja de usar *chatbots* en el servicio de *marketing* es cuando se proporciona información simple y rápida; sin embargo, también se observó el miedo de los encuestados a que los *chatbots* les den información incorrecta.

Las organizaciones deberían considerar el uso de *chatbots*, especialmente si los desafíos en cuanto a la comunicación con los clientes son parte de su realidad, pero también si tienen la intención de mantenerse al día con el estilo de vida de un creciente número de consumidores.

Se logró demostrar lo poderosa que resulta esta herramienta de la IA, los *chatbot* al momento de aplicarlo para el desarrollo de encuestas simultáneas venciendo el recelo de algunos usuarios al usar la tecnología. En general se puede concluir que a futuro no muy lejano se podrá emplear esta tecnología para desarrollar tareas de este tipo en el departamento de mercadeo de cualquier empresa.

Otro aspecto en el cual se evidencia el uso de la IA, es el área de los servicios de salud, a través de un marco conceptual que permite la toma de decisiones médicas en presencia de información parcial del paciente. La parte central está conformada por el razonamiento automatizado basado en ontologías. De igual manera, las técnicas de aprendizaje automático se integran para mejorar el conjunto de datos de pacientes existentes para abordar el problema de los datos perdidos. El enfoque se apoya en la interoperabilidad entre diferentes sistemas de información en salud.

Esto se aclara en la implementación de muestra que combina tres conjuntos de datos separados (datos de pacientes, interacciones fármaco-fármaco y prescripción de fármacos y reglas) para demostrar la efectividad de los algoritmos del programa para producir decisiones médicas efectivas (Atif Khan, Doucette, & Lizotte, 2012).

En resumen, se demuestra el potencial del aprendizaje automático para respaldar una tarea en la que existe una necesidad crítica de los profesionales médicos para hacer frente a la pérdida de datos de los pacientes, permitiendo el uso de múltiples conjuntos de datos médicos.

El sistema aprovecha los beneficios del aprendizaje automático, la representación estructurada del conocimiento y la inferencia basada en la lógica de una manera novedosa. Se demostró, sobre datos del mundo real, que es capaz de proporcionar apoyo en la toma de decisiones sólidas e inteligentes, a pesar de la complejidad de las relaciones médicas y las interdependencias inherentes a las decisiones médicas.

En conclusión, el sistema híbrido propuesto ofrece una ventaja de rendimiento sustancial sobre las alternativas en ausencia de información (en comparación con el aprendizaje automático sistemas), y la presencia de ausencia (en comparación con sistemas puramente basados en el conocimiento o métodos alternativos de imputación). En consecuencia, el sistema representa una solución al problema de la falta parcial de datos para el sistema de apoyo a la decisión aplicando la IA, especialmente en el ámbito médico (Atif Khan, Doucette, & Lizotte, 2012).

Uno de los casos de aplicación de la IA en la gestión de proyectos, se evidencia en la implementación que llevó a cabo American Express compañía financiera, para algunos de los procesos financieros que ofrece a los clientes donde la innovación y la tecnología forman parte esencial; siendo este el aspecto donde la IA adquiere un papel fundamental en los procesos de innovación de *software* y de sus aplicaciones, las cuales se mueven totalmente hacia

herramientas de IA, todo lo cual se realizó con el ánimo de beneficiar procesos y a su vez, a los clientes.

La compañía American Express basó su desarrollo de proyectos de IA en tres parámetros básicos: las características de las innovaciones y sus implicaciones; el proceso de innovación y los facilitadores o inhibidores de la innovación; siendo, por tanto, estos los elementos a tener en cuenta cuando se ejecutan los procesos financieros en cada una de las áreas de la empresa. Se concluye entonces la importancia de poder evaluar estos factores los cuales permiten analizar los tipos de tecnologías y proyectos de este tipo aplicados a IA (Goldsmith, s.f.),

Por otro lado, la mayor parte de los gerentes de proyectos pueden enfrentar tres tipos de retos en este tipo de desarrollos: el nivel de variabilidad o certeza del proyecto teniendo en cuenta su alcance, falta de patrocinadores y compromiso del mismo, finalmente la limitación de recursos disponibles para el mismo (Lyn, s.f.).

La inteligencia artificial y su capacidad, así como su entorno y las actividades que se realizan, involucran siempre la gestión de conocimiento, por lo que se han identificado oportunidades asociadas a la implementación de sistemas de IA para la gestión del conocimiento. Es decir, involucrando sus funciones básicas de creación, almacenamiento, comunicar y aplicación de la gestión del conocimiento, con el propósito de poder tener relaciones entre la IA y los seres humanos; o más bien, una relación entre las dos partes, todo lo anterior basándose en procesos, infraestructura y personas como generadores activadores de este tipo de proyectos (Hossein Jarrahi, Askay, Eshraghi, & Smith, 2022).

El objetivo de la gestión del conocimiento (KM por sus siglas en inglés), es conectar a los trabajadores del conocimiento con el conjunto correcto de recursos de conocimiento o personas, en el momento adecuado, para tomar mejores decisiones ( Davenport, 2019)

El auge de la IA se denota en el incremento de las capacidades y características prometedoras para lograr estos objetivos, lo que puede requerir diferentes formas de división del trabajo entre trabajadores y máquinas inteligentes, presentes desde hace algún tiempo en las organizaciones. Estos nuevos roles requieren un nuevo conjunto de habilidades y competencias para humanos y nuevas mentalidades de diseño para máquinas inteligentes.

Los seres humanos deben nutrir las percepciones y prácticas de trabajo para poder aprovechar sus socios artificiales para la KM, evitando caer en las trampas de la automatización como la 'complacencia cognitiva' o la 'complacencia algorítmica'. Tales preparativos por parte de las organizaciones ayudan a poner en práctica las capacidades únicas de IA en KM, que solo se utilizan y realizan a través de una asociación simbiótica efectiva entre trabajadores del conocimiento y sistemas inteligentes (Hossein Jarrahi, Askay, Eshraghi, & Smith, 2022).

Otro caso de aplicación con éxito de la IA, es el de Bancolombia y la transformación digital que ha tenido en los últimos años.

Pretendiendo acelerar su transformación digital y sus experiencias digitales, Bancolombia está implementando un centro de IA dentro de su grupo. Es el Centro de Competencias en Inteligencia Artificial, para el que el banco se unió a conocedores de esta materia como IBM, Microsoft y Cognitiva, sus aliados estratégicos en esta nueva apuesta. (Banking News, 2018, pág. 2).

De acuerdo con el Banco, el sistema de IA que se fundamenta en los principios de la robótica, está adiestrado con 70 destrezas en IA, siendo consecuente con el objetivo de continuar hasta obtener 270 de estas habilidades.

Además, cuenta con modelos de conocimiento que le permiten interactuar con los usuarios en lenguaje natural y asesorarlos en temas como consultas de saldo de su cuenta de ahorros, ubicaciones de cajeros o corresponsales bancarios cercanos, cotización del dólar del día y en

información sobre cómo adquirir créditos o solicitar referencias bancarias. (Banking News, 2018, pág. 4).

Bancolombia, a través de sus voceros, informó que el centro de IA creado es una iniciativa consagrada a la investigación, además de realizar pruebas de la forma de aplicación de las capacidades humanas en las máquinas.

“En investigación tenemos un campo de acción más amplio para explorar las tecnologías emergentes. Proyectamos a largo plazo cómo puede impactar eso a la banca. No nos centramos solo en el banco, sino proyectos que podemos explorar y nos apalancamos con la academia”, señaló un funcionario del Banco (Banking News, 2018, pág. 7)

Se trata de que el sitio creado facilite la identificación, priorización e implementación de soluciones que propendan por potencializar la entidad bancaria en beneficio de clientes internos y externos, para que puedan surgir soluciones sencillas y ágiles que le faciliten la vida a los usuarios. (Telefónica, 2022)

Entre las habilidades del centro se encuentran el procesamiento de emociones, procesamiento del lenguaje natural, reconocimiento de emociones, visión artificial, planeación, aprendizaje y razonamiento, utilizando herramientas como ‘*machine learning*’ y ‘*deep learning*’. (Olaya, 2024)

“IBM contribuirá a través de sus soluciones tecnológicas de IA, y su experiencia en esta materia, a desarrollar una práctica de Inteligencia Artificial que permita a Bancolombia impulsar proyectos de innovación, transformación y nuevas capacidades en la economía de la data”, afirmó Federico Martínez, gerente general de IBM Colombia. (Banking News, 2018, pág. 8)

El caso Bancolombia pone en la palestra las soluciones tecnológicas habidas en la IA para la banca en el país, siendo por mucho, líderes en el desarrollo e implementación de estas herramientas que han facilitado la vida a muchos colombianos, clientes del Banco. (Días, 2024)

## Conclusiones

La revisión del estado del conocimiento sobre las temáticas de la inteligencia artificial, permitió concluir al respecto de los modelos de IA existentes relacionados con la gerencia de proyectos, en el aspecto específico de la toma de decisiones, los factores que ayudan a la identificación de la mejor o más idónea para ser implementada de acuerdo a la naturaleza y características de la organización, y finalmente, los casos de éxito que han involucrado en sus políticas directivas, la implementación de herramientas propias de la IA.

En términos generales, los modelos de IA que están en relación con la gerencia de proyectos, se pueden observar en el árbol (Figura 6), en la cual se observan los frutos de este como la transformación en aplicaciones en el mundo real donde se combina el sistema de conocimiento humano y los sistemas de IA para poder impactar las decisiones del mundo actual en el ámbito empresarial.

Entre los modelos a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo la gestión de proyectos se tienen los sistemas expertos, cuyo funcionamiento, en un ejemplo dado, afirma que el funcionamiento de un sistema experto en su esencia se relaciona con el proceso de toma de decisiones dada una serie de reglas o características que se configuran al sistema para que este empiece a probar proceso por proceso hasta llegar a la decisión final. Es como observar en una hoja de cálculo una formulación de un SI pasa algo entonces genera una respuesta. Lo anterior se ejecuta  $n$  veces durante  $n$  unidades de tiempo donde el sistema experto ejecuta el proceso iterativo hasta que se salga del mismo con una decisión al final.

El *machine learning* (aprendizaje automático) también se consideró en este segmento, por cuanto se observan los beneficios o ventajas que posee entre las que se tienen que mejoran el rendimiento de los programas computacionales sin que medie una programación explícita. Esto

se debe a que es capaz de reconocer patrones, la experiencia de uso, la utilización de aprendizajes previos (base de datos), conlleva las bondades de un aprendizaje no supervisado.

Las redes naturales (*natural networks*) conlleva una serie de beneficios para la gestión por ejemplo de la toma de decisiones en compras de una empresa, ya que le permitirá al encargado del proceso tomar la decisión en torno al comportamiento de compras de estos usuarios o del canal, para saber qué estrategias o cambios podrían darse para disminuir, en este caso, las compras fraudulentas que se observaron como resultado del proceso.

Para el segundo objetivo, determinar los factores a tener en cuenta al momento de decidir qué herramienta o tecnología propia de la IA se ajusta a las características de la organización, se pudo concluir que, se necesita conocer a cabalidad el entorno en el que se llevan a cabo las actividades de la empresa, el carácter innovador del sistema de IA aplicado a la gestión de proyectos, que necesitará prestar atención a la viabilidad, rentabilidad, aceptación y sostenibilidad de la implementación de este o aquel modelo de IA.

Además, se tiene otros factores como el dominio como punto de entrada para un análisis potencial de la IA, o la identificación y desarrollo de casos de uso adecuados (experiencia previa). Se tiene que tener en cuenta el aporte de valor que confiere la implementación de la IA a la gestión de proyectos, justificándolo con el soporte y sustento empresarial adecuado. Por tanto, se evidencia que en el proceso de selección del modelo de IA idóneo para el tipo de negocio que se está implementando, se deben tener en cuenta aspectos como la planificación y la ejecución, así como los aspectos económicos, de eficiencia, aceptación y eficacia que se traducen en la implementación del modelo; de igual manera la solución seleccionada debe ser asegurada a través del control en todas las fases de aplicación.

Para el tercer objetivo se presentan tres casos de éxito, puntualmente el de la empresa china de redes eléctricas, *State Grid Corporation of China Co. Ltd. (SGCC)*, siendo la mayor de esta naturaleza en el mundo. De tal forma que, la IA representa para este conglomerado una herramienta que permite a los especialistas en *marketing* crear experiencias de cliente altamente personalizadas, aumentar la capacidad de respuesta de la organización, así como resolver los problemas de los usuarios. Con esto en mente, se analiza el *chatbot* como herramienta de inteligencia artificial en *marketing*, su aplicación actual, así como su futuro potencial en el campo antes mencionado (Arsenijevic & Jovic, 2019).

Otro caso presentado es el de la compañía American Express, la cual basó el desarrollo de sus proyectos en IA en tres parámetros básicos: las características de las innovaciones y sus implicaciones; el proceso de innovación y los facilitadores o inhibidores de la innovación; siendo, por tanto, estos los elementos a tener en cuenta cuando se ejecutan los procesos financieros en cada una de las áreas de la empresa. Se concluye entonces la importancia de poder evaluar estos factores los cuales permiten analizar los tipos de tecnologías y proyectos de este tipo aplicados a IA (Goldsmith, s.f.).

Finalmente, se presentó el caso de la automatización de los servicios financieros del Grupo Bancolombia, pionero en este tipo de funciones y actividades en la banca colombiana. Su sistema está fundamentado en los principios de la robótica, que conlleva 70 habilidades de la IA, y se pretende llevar a 270 en un futuro próximo. Este centro de IA es una iniciativa consagrada a la investigación, además de a la realización de pruebas de la forma de aplicación de las capacidades humanas en las máquinas.

Entre las funciones o habilidades que se ponen a disposición de los clientes, se tienen la identificación, priorización e implementación de soluciones que propendan por potencializar la

entidad bancaria en beneficio de clientes internos y externos, para que puedan surgir soluciones sencillas y ágiles que le faciliten la vida a los usuarios.

## Bibliografía

- Abeliuk, A. y Gutiérrez, C. (2020). *Historia y evolución de la inteligencia artificial* .
- Alshaikhi, A., & Khayyat, M. (2021). An investigation into the Impact of Artificial Intelligence on the Future of Project Management (Inteligencia artificial en el futuro de la gestión de proyectos). *International Conference of Women in Data Science at Taif University (WiDSTaif)* .  
doi:10.1109/WIDSTAI52235.2021.9430234
- Arsenijevic, U., & Jovic, M. (2019). Artificial intelligence marketing: Chatbots. (Marketing de inteligencia artificial: Chatbots). *International Conference on Artificial Intelligence: Applications and Innovations (IC-AIAI)*.
- Atif Khan, J., Doucette, R. C., & Lizotte, D. J. (2012). Integrating Machine Learning into a Medical Decision Support System to Address. (Integración del aprendizaje automático en un sistema de soporte de decisiones médicas para abordar el problema de la falta de datos del paciente). *11th International Conference on Machine Learning and Applications*.
- Auth, G., Jöhnk, J., & Wiecha, D. (2021). A Conceptual Framework for Applying Artificial Intelligence in Project Management (Un marco conceptual para aplicar la inteligencia artificial en la gestión de proyectos). *23rd Conference on Business Informatics (CBI)*. doi:10.1109/CBI52690.2021.00027
- Banking News. (4 de mayo de 2018). *Bancolombia crea un centro de inteligencia artificial para mejorar su servicio*. Obtenido de <https://www.ebankingnews.com/noticias/bancolombia-crea-un-centro-de-inteligencia-artificial-para-mejorar-su-servicio->



Días, C. (4 de 01 de 2024). *CincoDías*. Obtenido de CincoDías:

[https://cincodias.elpais.com/cincodias/2024/01/04/abante\\_asesores/1704359822\\_604254.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2024/01/04/abante_asesores/1704359822_604254.html)

Dutt, V., Sasubilli, S. M., & Eswararao, E. (2020). Dynamic Information Retrieval With Chatbots: A Review of Artificial Intelligence Methodology. (Recuperación dinámica de información con chatbots: una revisión de la metodología de inteligencia artificial). *Fourth International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA-2020)*.

Elmousalami, H. H. (2021). Comparison of Artificial Intelligence Techniques for Project Conceptual Cost Prediction: A Case Study and Comparative Analysis. (Comparación de Técnicas de Inteligencia Artificial para la Predicción Conceptual de Costos de Proyectos: Estudio de Caso). *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(1).

Fresno Fernández, V. (2023). La Inteligencia Artificial aplicada al lenguaje y su potencial aplicación al dominio de las AA.PP. *RCAP* (Número extraordinario).

Gestal, M. (2014). *Introducción a los Algoritmos Genéticos*.

Goldsmith, N. M. (s.f.). Beyond technology, Managing expert system projects at American Express company.

Grupo Bancolombia. (23 de julio de 2018). *Inteligencia Artificial: el aprendizaje de las máquinas al servicio de las personas*. Obtenido de <https://www.bancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/tendencias/innovacion/inteligencia-artificial-al-servicio-de-personas>

- Hernández Sampieri, F. y. (2014). *Metodología de la Investigación* . México: McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. . (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hofmann, P., Jöhnk, J., Protschky, D., & Urbach, N. (2020). Developing Purposeful AI Use Cases – A Structured Method and Its Application in Project Management (Desarrollo de casos de uso de IA con propósito: un método estructurado y su aplicación en la gestión de proyectos). *WI2020*. doi:10.30844/wi\_2020\_a3-hofmann
- Hossein Jarrahi, M., Askay, D., Eshraghi, A., & Smith, P. (2022). Artificial intelligence and knowledge management: A partnership between human and AI. (Inteligencia artificial y gestión del conocimiento: una asociación entre humanos e IA). doi:doi.org/10.1016/j.bushor.2022.03.002.
- Khanh, H., Tran, T., & Grundy, J. (2019). Towards Effective AI-powered Agile Project Management. *41st International Conference on Software Engineering: New Ideas and Emerging Results (ICSENIER)*. doi:10.1109/ICSE-NIER.2019.00019
- Laudon, K., & Laudon, J. (2020). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm (Sistemas de información gerencial: gestión de la empresa digital)*. Pearson Education.
- Lerner, A. y Mavrommatis, H. (2021). Inteligencia Artificial (IA): perspectivas para integrar el valor de la innovación y la creatividad con la gestión en las organizaciones. En M. A. Solanet, *Inteligencia Artificial: una mirada multidisciplinaria* (págs. 141-170). X Encuentro Interacadémico .

- López de Mantarás, R. (2020). *El futuro de la IA: hacia inteligencias artificiales realmente inteligentes*. Obtenido de Artículo del libro ¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente:  
<https://www.bbvaopenmind.com/articulos/el-futuro-de-la-ia-hacia-inteligencias-artificiales-realmente-inteligentes/>
- Lyn, G. (s.f.). *Expert System Project Management Issues (Problemas de gestión de proyectos del sistema experto)*.
- Najdawi, A., & Shaheen, A. (2021). Which Project Management Methodology is better for AI-Transformation and Innovation Projects? (Qué metodología de gestión de proyectos es mejor para los proyectos de transformación e innovación de IA? *International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)*. doi:10.1109/ICIPTM52218.2021.9388357
- Olaya, Y. (02 de 12 de 2024). *Colombia ya cuenta con una Hoja de Ruta en Inteligencia Artificial*. Obtenido de Minciencias:  
[https://minciencias.gov.co/sala\\_de\\_prensa/colombia-ya-cuenta-con-una-hoja-ruta-en-inteligencia-artificial](https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-ya-cuenta-con-una-hoja-ruta-en-inteligencia-artificial)
- Rivera Muñoz, J. (2020). *Modelo para la gestión de lecciones aprendidas basado en el procesamiento del lenguaje natural y el aprendizaje automático. (Magister en Gerencia de Proyectos)*. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Sánchez Campero, E. (2006). *Redes Neuronales : Conceptos fundamentales y aplicaciones a Control Automático*. Pearson Educacion.
- Santillán de la Peña, M. (2010). *Gestión del conocimiento. El modelo de gestión de empresas del siglo XXI*.

Telefónica, F. (2022). 2022 el año de la Inteligencia Artificial . *Fundación Telefónica* .

VERDEGAY, J. L., LAMATA, M. T., & PELTA, D. a. (2021). .Inteligencia artificial y problemas de decisión: la necesidad de un contexto ético. *scielo*, 104-114.

Westenberger, J., Schuler, K., & Schlegel, D. (2022). Failure of AI projects: understanding the critical factors (Fracaso de los proyectos de IA: comprensión de los factores críticos). *Procedia Computer Science* 196 , 69-76.