



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**ESTUDIO DE MAPEO SISTEMÁTICO DE LA AUTOMATIZACIÓN ROBÓTICA DE
PROCESOS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero de Sistemas

AUTOR: Klever Santiago Romero Gualán

TUTOR: Franklin Edmundo Hurtado Larrea

Quito - Ecuador
2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Klever Santiago Romero Gualán con documento de identificación N° 1717973729 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 02 de agosto del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'KSR', with several horizontal strokes underneath.

Klever Santiago Romero Gualán

1717973729

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo KLEVER SANTIAGO ROMERO GUALÁN con documento de identificación N.º 1717973729 expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación con el tema: “Estudio de Mapeo Sistemático de la Automatización Robótica de Procesos”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERO DE SISTEMAS, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la misma con facultad para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 02 de agosto del 2022



Klever Santiago Romero Gualán
1717973729

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo FRANKLIN EDMUNDO HURTADO LARREA con documento de identificación N° 1713382016, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “ESTUDIO DE MAPEO SISTEMÁTICO DE LA AUTOMATIZACIÓN ROBÓTICA DE PROCESOS”, realizado por Klever Santiago Romero Gualán con documento de identificación N° 1717973729, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Artículo Académico que cumple con todos los requerimientos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 02 de agosto del 2022



.....

Ing. Franklin Edmundo Hurtado Larrea, MSc.

1713382016

“ESTUDIO DE MAPEO SISTEMÁTICO DE LA AUTOMATIZACIÓN ROBÓTICA DE PROCESOS”

“SYSTEMATIC MAPPING STUDY OF ROBOTIC PROCESS AUTOMATION”

Klever Santiago Romero Gualán¹, Franklin Edmundo Hurtado Larrea²

Resumen

La industria 4.0 o la Cuarta revolución industrial, hace referencia a la Automatización de la Producción a través de la tecnología digital. Así mismo la manera en que las empresas generan valor está siendo transformada priorizando la satisfacción de los clientes.

La Automatización Robótica de Procesos (ARP) hace parte de esta nueva era y se presenta como una herramienta sólida que busca sustituir la mano de obra humana en los procesos rutinarios y repetitivos para que de esta manera las empresas dejen los procesos repetitivos al software y la mano de obra de las personas se dedique a labores de mayor importancia y que esto permita ser más eficientes a nivel productivo.

Hoy en día muchas empresas han implementado esta tecnología y los resultados han sido los esperados, pero a pesar de que ya se está implementando a nivel industrial todavía hay dudas de cómo trabaja la ARP, motivo que influyó en la realización de esta investigación. El principal objetivo de este trabajo es realizar un estudio de mapeo sistemático que permita identificar las aplicaciones como usos que se le da a la ARP dentro de las industrias, así mismo conocer los tipos de procesos que conforman esta tecnología y por supuesto identificar algunas

Abstract

Industry 4.0 or the Fourth Industrial Revolution refers to the Automation of Production through digital technology. Likewise, the way in which companies generate value is being transformed, prioritizing customer satisfaction.

Robotic Process Automation is part of this new era and is presented as a solid tool that seeks to replace human labor in routine and repetitive processes so that companies leave repetitive processes to software and labor. of people are dedicated to tasks of greater importance and that this allows them to be more efficient at a productive level.

Today many companies have implemented this technology and the results have been as expected, but even though it is already being implemented at an industrial level, there are still doubts about how ARP works, which is why this research was carried out. The main objective of this work is to carry out a systematic mapping study that allows to identify the applications as uses that are given to the ARP within the industries, as well as to know the types of processes that make up this technology and of course identify some tools that exist for Robotic Process Automation.

On the web there is a lot of information about PRA, which is generally messy, dispersed, and unclear, which can become difficult for the researcher, due to this and through a

¹ Estudiante de Ingeniería en Sistemas – Universidad Politécnica Salesiana, Egresado – UPS – sede Quito. Autor para correspondencia: kromerog1@est.ups.edu.ec

² Docente de Ingeniería en Sistemas – UPS – sede Quito. Email: fhurtado@ups.edu.ec

herramientas que existen para la Automatización Robótica de Procesos.

En la web existe mucha información sobre la ARP, que generalmente esta desordenada, dispersa y poco clara, lo cual puede tornarse dificultoso para el investigador, debido a esto y mediante un mapeo sistemático se organizará la información de estudios realizados anteriormente, sistematizándolos y analizándolos, de esta forma ayudando a que en el futuro se puedan realizar más investigaciones sobre el tema y que el investigador tenga facilidad de encontrar información relevante.

Palabras Clave: Automatización, Robótica, Procesos, ARP, Aplicaciones, Inteligencia Artificial, Herramientas, Industria 4.0, Algoritmos.

systematic mapping the information of previous studies will be organized, systematizing and analyzing them, in this way helping to carry out more research on the subject in the future and that the researcher has the facility to find relevant information.

Keywords: Automation, Robotics, Processes, ARP, Applications, Artificial Intelligence, Tools, Industry 4.0, Algorithms.

1. Introducción

La Automatización Robótica de Procesos surge como una solución basada en software para automatizar procesos de negocios basados en reglas que involucran tareas rutinarias, datos estructurados y resultados deterministas. Estudios recientes reportan los beneficios de la aplicación RPA en términos de productividad, costos, velocidad y reducción de errores. (1)

La ARP se puede explicar mediante sus partes conceptuales: Los robots de software programables ("robótica de ARP") imitan los comandos de los usuarios humanos en la computadora al ejecutar automáticamente ("automatización") una secuencia de pasos de entrada en el proceso comercial ("proceso") el software realiza pasos de trabajo predeterminados y repetitivos, como copiar información de correos electrónicos y plasmarlo en tablas. (2)

La ARP ha beneficiado grandemente en ámbitos industriales tales como: logística, sector público, administración finanzas, telecomunicaciones y en otras industrias. (3)

Deloitte ha sido uno de los principales autores que se ha enfocado en el estudio y seguimiento de la ARP, y ha sido una importante referencia para el estudio de otros articulistas que tratan este tema, según el autor este término se ha venido utilizando en los diferentes campos.

El autor (4), en su artículo denominado RPA Automatización Robótica de Procesos: Una revisión de la literatura expresa que la tecnología ha avanzado y avanzará a pasos gigantes en pocos años, evolucionando la Automatización Robótica de Procesos hasta el punto de que ya no se requiera ningún esfuerzo o trabajo humano, es decir, ya no se requerirá personal para ciertos trabajos automatizados en las diferentes áreas laborales.

(4) destaca una línea de tiempo acerca del inicio de la Automatización de Procesos, que es el punto de partida para lo que hoy en día es conocido como la ARP:

- Finalizando la década de los años 60's fueron implementados en las empresas los controladores lógicos programables los cuales gestionan y controlan de forma automática las instalaciones de una planta.

- A mitad de los años 70's fue posible conseguir comunicación entre distintos PLC's, (Programmable Logic Controller, Computadora utilizada para automatizar procesos).

- En los años 80's File Netuna fue la empresa pionera en crear un software de trabajo digital, el cual años más adelante fue adquirida por IBM.

- En los años 90's se creó un sistema denominado Straight Through Processing (STP), en español, procesamiento directo, el cual fue diseñado e implementado en el área financiera, sin necesidad de que exista interferencia humana, sin embargo, la parte negativa de este software es que no era aplicable en todos los procesos, por lo que fue necesaria su evolución a BPM (Business Process Management).

La tecnología BPM sigue vigente en la actualidad, es utilizada por grandes empresas para optimizar procesos de negocios, sin embargo, no emula las tareas que realizaría un humano porque tiene un enfoque en procesos específicos.

Su enfoque y además su alto costo de implementación llevaron a la necesidad del surgimiento de una nueva tecnología que permita automatizar procesos a través de software, evitando así los altos costos que tenían la BPM Aquí surge la Automatización Robótica de Procesos que es un avance directo de la BPM.

- La ARP surge a inicios de los 2000 como una herramienta de software que imita las labores humanas en una empresa.

Hoy en día la Automatización Robótica de Procesos es utilizada de acuerdo con las tareas que realizan las diferentes empresas, y ha sido implementadas en grandes compañías.

Roles de ARP

La ARP se presenta como una tecnología para automatizar los procesos, pero es importante entender que dentro de ella existen roles que permite su implementación, (5) menciona varios de ellos:

Desarrollador de procesos:

Especifican la secuencia del proceso que se ejecuta, así mismo indica la función que tiene cada robot dentro de la automatización.

Gestor de Robots: Asignar actividades al sistema y a la vez monitorear y reportar acerca de estas actividades.

Robots: Este término en Automatización Robótica de Procesos hace referencia al software que esta instalado en el computador y que se encarga de ejecutar las tareas realizadas previamente por el desarrollador.

Usuario: Los usuarios son quienes se encargan de la toma de decisiones y/o programación del software.

Herramientas de software: Es la herramienta por la que el usuario interactúa con el robot.

Todos estos roles presentados vienen empaquetados en las herramienta de ARP que se encuentran en el mercado. El cuadrante mágico de Gartner para (6) es una herramienta creada por la corporación estadounidense Gartner que brinda una visión general de los actores del mercado tecnologico categorizando las empresas por las mejores soluciones y los productos ofrecidos.

Entre las herramientas de ARP mejor ubicadas segun Gartner a nivel mundial se encuentran Edgeverve systems, Automation Anywhere, Blue Prism, IBM, Kryon, UiPath, entre otros. Se ha elegido describir UiPath y Anywhere, ya que según el cuadrante mágico de Gartner son las empresas líderes en Automatización Robótica de Procesos a nivel mundial. Este cuadrante hace referencia a la última actualización del año 2021.

Figura 1. Cuadrante de Gartner, Empresas de ARP 2021. Fuente: (8)



UiPath: Es una herramienta de ARP, que cuenta con varias funciones, entre las cuales administra y analiza diferentes procesos. Esta herramienta es utilizada principalmente en los campos:

- Finanzas.
- Extracción y reducción de documentos.
- Centro de llamadas.
- Atención médica.

Anywhere: Esta herramienta de ARP se basa en trabajar con servicios compartidos, es decir, trabaja con los usuarios y clientes directos.

Entre las principales tareas que esta aplicación realiza, se encuentra:

- Procesos administrativos.
- Administración de RRHH.
- Procesamiento de reclamaciones.

Así como existe software de ARP de pago también se puede encontrar herramientas de software dedicado a la Automatización Robótica de Procesos gratuitas, entre las principales se encuentran:

TagUi: Esta herramienta de ARP es opensource, es decir, es libre. Entre las principales funcionalidades que brinda están la automatización de acciones visuales para páginas web, automatización de teclado y mouse. Estas acciones son realizadas mediante comandos de “lenguaje humano”.

Taskt: Esta herramienta de ARP anteriormente llamada SharpRPA, ayuda a la realización de tareas sin necesidad de introducir comandos o códigos, ya que utiliza apps compatibles con diferentes funcionalidades.

Comparativa de TagUi vs UiPath

Tabla 1. Cuadro comparativo de herramientas de ARP de Pago – Gratuito. Fuente: (9), (10). Elaborado por el autor.

	TagUi	UiPath
Multiplataforma	Windows, Mac Os, Linux	Windows, Mac Os, Linux
Lenguajes soportados	JavaScript, Python	C#, VB.NET, C++, JavaScript, VBScript, Python
Número de Robots	Ilimitados	En su versión gratuita limitados a 5 robots atendidos
Graba Acciones web	Solo en el navegador de Google Chrome	Google Chrome Microsoft Edge Mozilla Firefox Apple Safari
Seguridad	No cuenta con certificaciones	Certificado Veracode ISO/IEC/27001 SOC2
Integración con Inteligencia Artificial	Se integra con la IA a través de AI/ML, usando llamadas API, Python	Utiliza AI Skills que es una habilidad para aplicar IA en ARP
Interfaz	Ejecuta flujos creados en archivo de notas con .tag	UiPath Studio, permite crear bots de manera sencilla.
Precio	Gratis	Versión completa \$3990 / Año

Arquitectura de ARP

Las herramientas para ARP presentan 5 componentes fundamentales en su arquitectura, para este caso específico UiPath según establece que:

- 1. Desarrollo de bots:** En este elemento se diseñan las tareas que los robots deberán ejecutar, y, por consiguiente, los pasos que se deben cumplir para llevar a cabo estos procesos.
- 2. Tiempo de ejecución:** Este elemento se refiere al sistema de ejecución de los robots según los procesos que se establecieron anteriormente.
- 3. Orquestador:** En este componente se almacenan los distintos elementos los cuales llevan a cabo los procesos (robots).
- 4. Repositorios:** Es la base de datos de la ARP en UiPath, lleva el registro de toda la actividad de los robots, así mismo su base de datos permite la administración de los usuarios, generar reportes y realizar auditorías de ser necesario.
- 5. Programas fuentes:** Son los sistemas informáticos que ya existían y que la empresa utiliza para realizar el proceso, estos sistemas no son modificados por ARP porque su ejecución es a nivel de usuario, tal como lo haría un empleado.

2. Metodología

En palabras de (12) Mapeo Sistemático (MS) es una metodología que tiene como fin responder preguntas utilizando procedimientos de revisión sistemática y además para describir la literatura sobre un amplio tema de interés.

Pero el MS no es la única metodología que permite realizar una investigación científica, existen otras de igual importancia como la Revisión de Literatura y Estado del Arte.

Según (13) el Estado del Arte es una metodología investigativa que tiene como fin

recopilar y analizar información reciente y verificada acerca de un tema en específico, es decir, es fundamental que la información muestre resultados recientes del problema que se está investigando.

Haciendo referencia a Kitchenham, Budgen, y Pearl Brereton, 2011 citado en (12), especifican que el MS y Revisión de literatura tienen ciertas diferencias, entre las cuales destacan:

Tabla 2. Diferencias de mapeo sistemático. Elaborado por el autor. Fuente: Kitchenham, Budgen, y Pearl Brereton, 2011 citado en (12)

<i>Características</i>	<i>Diferencias</i>
Preguntas investigativas	MS: Responde preguntas abiertamente. RL: Solamente responde preguntas específicas
Técnicas de búsqueda	MS: Se pueden incluir trabajos de investigaciones primarias como tesis. RL: Se concentra en investigaciones con resultados confirmados.
Técnicas de selección	MS: Tiene un amplio alcance, y su análisis es general. RL: Corto alcance, y su análisis debe ser profundo.
Técnica de extracción	MS: Se describe la investigación desarrollada mediante datos como revista, fecha, entre otros. RL: Se describe la investigación desarrollada mediante datos detallados como descripción y los resultados de cada estudio.
Síntesis	MS: Detalla superficialmente los resultados RL: Detalla los resultados a profundidad.

La presente investigación fue elaborada con base al MS, debido a que esta metodología permite la clasificación y selección de artículos relacionados con el tema de investigación, en este caso la Automatización Robótica de Procesos. Esta metodología tiene como objetivo recolectar variedad de contextos e información, los cuales guiaron a obtener los resultados según los objetivos propuestos en el estudio. Para que el estudio sea confiable se investigó la información en repositorios y sitios científicos fidedignos.

Se tomó en consideración los procesos que establecen (12).

Tabla 3. Protocolo de (MS). Fuente: (12)

Descripciones para ejercer la búsqueda	Ejecución de la búsqueda	Discusión de los resultados
Establecer preguntas de investigación. Alcance de búsqueda. Criterios de inclusión y exclusión. Conductas de búsqueda.	Selección de trabajos primarios. Definición de criterios de análisis.	Esquema de caracterización. Análisis de los resultados.

Las preguntas de investigación se establecieron tomando en cuenta la problemática planteada en el plan, así mismo se busca responder a los objetivos planteados.

El alcance de la búsqueda está ligado a todo lo que encierra la ARP y otras tecnologías complementarias respetando el margen de tiempo establecido en la metodología.

En los criterios de inclusión se tomaron en cuenta todos los artículos que brindan información respecto a conceptos, acontecimientos históricos, clasificaciones, usos y/o aplicaciones, tipos de procesos y herramientas de Automatización Robótica de Procesos.

En conductas de búsqueda se consideraron los artículos encontrados en repositorios científicos, en la investigación fue necesario realizar la búsqueda en distintos idiomas porque originalmente en el español existía información limitada.

2.1 Preguntas de investigación

El MS en su primera etapa tiene la definición de las preguntas de investigación, para este estudio se establecieron las siguientes preguntas:

Q1: ¿Qué es ARP?

Q2: ¿Cuáles son los tipos de ARP más aceptados o utilizados?

Q3: ¿Cuáles son los algoritmos más usados en cada categoría?

Q4: ¿Cuáles son las áreas de utilización más frecuentes y potenciales?

Q5: ¿Cuál es el impacto de la utilización de esta tecnología en cada categoría y en cada área?

2.2 Alcance de búsqueda

Mediante una búsqueda en diversos repositorios científicos como Scielo, Scopus, IEEE, Google Académico y bibliotecas virtuales de diferentes universidades tanto nacionales como internacionales fue posible encontrar publicaciones con un límite de tiempo de 10 años los cuales se enfocan en la Automatización Robótica de Procesos y los diferentes subtemas que se plantean en este documento. En la siguiente tabla se muestran los resultados de los repositorios.

Tabla 4. Número de documentos seleccionados. Elaborado por el autor

Repositorios	Nº de documentos
Scielo	19
Scopus	13
IEEE	17
Dialnet	4
Repositorio de Universidades	31
Páginas web	23
Papers Google Académico	38
TOTAL	145

2.3 Criterios de inclusión y exclusión

En este documento se incluyen los artículos que tengan una relación directa con la Automatización Robótica de Procesos y los subtemas a tratar. Para los criterios de exclusión se descartaron las publicaciones que no se relacionan con ARP, como es robótica e inteligencia artificial, si bien son términos parecidos, pero en cuanto a funcionalidad tienen una perspectiva diferente a la Automatización Robótica de Procesos, lo que podría generar confusión.

2.4 Conductas de búsqueda

En este estudio se realizó una búsqueda en las bases de datos antes mencionadas. Se encontraron documentos en español, inglés, portugués y chino, sin embargo, los papers más utilizados se encontraban en español e inglés.

A continuación, en las siguientes tablas se muestran las palabras clave que se utilizaron en la búsqueda de información:

Tabla 5. Términos en español utilizados en la búsqueda. Elaborado por el autor.

<i>Palabras clave en español</i>
Automatización Robótica de Procesos
ARP
Definición de ARP
ARP Características
Tipos de ARP
Aplicaciones de ARP
Antecedentes ARP
Evolución de ARP
Diferencias ARP y AI

Tabla 6. Términos en inglés utilizados en la búsqueda. Elabora por el autor.

<i>Palabras clave en inglés</i>
RPA
Robotic Process Automation
RPA algorithms
RPA applications
RPA in the workplace
RPA and Artificial Intelligence
Workspaces with RPA

Tabla 7. Términos en portugués utilizados en la búsqueda. Elaborado por el autor

<i>Palabras clave en portugués</i>
Definição Automação de Processos Robóticos
Espaços de trabalho com RPA
Diferenças de RPA e inteligência artificial
Ferramentas de RPA
Algoritmos RPA

2.5 Ejecución de búsqueda

En este apartado se realiza la sección de trabajos principales y secundarios, se incluyen definiciones de criterios de análisis, tomando en cuenta:

Trabajos Principales: Son considerados los artículos científicos anteriores que obtuvieron resultados sobre el tema investigado, así mismo se toma en consideración las tesis e informes técnicos.

Trabajos Secundarios: Permiten complementar la información y son extraídos de los medios de comunicación y también de plataformas gubernamentales, no es información oficial, pero permite dar una idea del tema investigado.

2.6 Selección de trabajos primarios

Primer Filtro:

- Artículos con fecha desde el año del año 2012 hasta la actualidad.
- Que contengan una o varias de las palabras clave en el título.
- Revisión del resumen en el artículo.

Segundo Filtro:

- Revisión del contenido completo del artículo.
- Después de una cuidadosa revisión a cada artículo aplicando los dos filtros indicados, en la siguiente tabla se muestran el número de documentos que se obtuvieron producto de este trabajo.

Tabla 8. Total, de artículos excluidos. Elaborado por el autor.

<i>Razón</i>	<i>Cantidad</i>
Documentos fuera de rango de tiempo	119
Artículos sin palabras claves (Primer filtro)	342
Artículos duplicados	76
Total, artículos excluidos	537

3. Resultados y Discusión

Una vez concluida la investigación, en este punto se procede a responder las preguntas planteadas en el estudio:

Q1: ¿Qué es ARP?

Antes de explorar con más detalle las definiciones de ARP, los autores (2) consideraron importante precisar el significado de cada término de Automatización Robótica de Procesos:

Automatización: La "automatización" es la técnica de hacer funcionar un aparato, un proceso o un sistema automáticamente. Sin embargo, la sociedad ya está cosechando las aplicaciones de la automatización en el día a día. La automatización incluye la capacidad de procesamiento de cualquier sistema. (2)

Robótica: Este término a pesar de estar relacionado directamente con los robots, en este caso se refiere a una tecnología robótica no física, así lo explica el autor (11) quien además acota que la robótica en la Automatización Robótica de Procesos se refiere a una evolución de software, el cual, permite realizar actividades o tareas repetitivas sin ninguna necesidad de algún esfuerzo humano. Tal y como lo expresa Bermúdez (2020), un robot el cual es el software que realiza la ejecución de tareas repetitivas y se programa con un algoritmo sencillo, o también está la posibilidad de que el robot grabe las acciones del usuario y luego las ejecute siguiendo unos parámetros establecidos. (7)

Procesos: Es la parte esencial de cualquier sistema o firma y es la actividad para lograr la finalización de una tarea. El proceso puede ser terminado por personas o cosas o una combinación de ambos. Independientemente del sistema cerrado o del sistema abierto, el proceso toma entradas desde diferentes dispositivos o personas y se completa según las reglas predefinidas para producir la salida deseada. El proceso no es más que la conversión de entrada a salida, sin embargo, el tiempo necesario, los costos, la mano de obra requerida y otros parámetros de calidad varían de un proceso a otro proceso, así como de sistema a sistema. (2)

Las siglas ARP hacen referencia a la Automatización Robótica de Procesos, que es una tecnología que busca automatizar tareas repetitivas con el fin de reducir tiempo, costos y mano de obra. La Automatización Robótica de

Procesos (ARP) es una tecnología que utiliza reglas establecidas y datos estructurados para automatizar los procesos. Los robots de software basados en ARP pueden lanzar y operar aplicaciones para procesar tareas, analizar y extraer datos, iniciar acciones de seguimiento y comunicarse con otros sistemas digitales. La ARP es la tecnología ideal para muchos procesos que generalmente requieren esfuerzo humano. Realiza tareas repetitivas, laboriosas basadas en reglas con mayor eficacia. (14)

El objetivo principal de la ARP es no depender del esfuerzo humano y por esta razón existen diferentes tipos de ARP según cada necesidad.

Es importante señalar que la ARP se puede fusionar con la Inteligencia Artificial, y esto podría provocar una confusión porque se cree que la IA hace lo mismo que la ARP.

La ARP se encarga de automatizar tareas no complejas, ya que al ser repetitivas son sencillas y basadas en reglas; En tanto, la Inteligencia Artificial permite que las maquinas tomen decisiones importantes y aparente un pensamiento. (15)

Similar a estas diferencias, (16) los contrasta de la siguiente manera:

Pensar vs Hacer

En esencia, la inteligencia artificial es como un cerebro humano en el sentido de que lleva a cabo el proceso de "pensamiento" para tomar decisiones y juicios basados en la información que tiene disponible (es decir, datos, patrones, tendencias, análisis).

Por otro lado, la ARP completa tareas basadas en reglas, es decir, como el cuerpo humano que se trata de "hacer" cosas.

Q2: ¿Cuáles son los tipos de ARP más aceptados o utilizados?

Para cada tarea a realizarse existen 3 tipos de soluciones basadas en ARP y son ejecutadas según la dificultad que presenta el proceso, en el siguiente cuadro se presenta un listado de las tareas habituales que están siendo procesadas por la ARP.

Tabla 9. Tareas realizadas por ARP. Elaborado por el autor. Fuente: (11)

TAREAS
Abrir documentos y emails
Registros en sitios web
Mover carpetas y documentos
Copiar y pegar
Completar formularios
Lectura y escritura en DB
Conectarse a otros sistemas
Realizar Cálculos
Extraer información de documentos
Recolectar información de Redes Sociales
Seguimiento a reglas o decisiones
Extraer información y crear reportes
Integrar datos provenientes de varias fuentes

Cada tarea presentada en la tabla tiene un nivel de dificultad diferente por esta razón requiere un tipo de solución de automatización basada en ARP según cada necesidad, por esta razón es necesario entender que según (11) existen 3 tipos de soluciones basadas en ARP

ARP Asistida

Están programados para complementar el trabajo de una persona en un proceso que no puede ser automatizado de principio a fin, es decir la ARP Asistida trabaja junto a las personas.

Esta Automatización necesita que los bots de ARP se encuentren en la máquina del usuario para que puedan ser ejecutados de manera manual cuando sea requerido. Su ejecución también puede ser automatizado en base al cumplimiento de una acción en específico dentro del proceso. (17)

Un ejemplo de ARP Asistida es la Atención al cliente, se ejecuta cuando entra una llamada, el operador atiende y la ARP Asistida lanza un formulario para llenar los datos del cliente de manera manual por parte del operador que es el que finaliza el trabajo.

ARP No Asistida

Se enfoca en una gran cantidad de tareas repetitivas que tienen que ser ejecutadas, principalmente realizan tareas administrativas

en las empresas, entre estas están web scraping (Raspado Web, técnica para extraer información de sitios web), inserción de datos, llenado de formularios e ingresos de registros como principales ejemplos. Este tipo de automatización basada en ARP se ejecuta en segundo plano, es decir, realiza los procesos por lotes y permite que el computador pueda ser utilizado para otro tipo de tareas.

No requiere participación humana, interactúa con los sistemas informáticos para cumplir una tarea de principio a fin.

La activación de ARP no asistida se puede dar mediante una programación de intervalos de tiempo que respeten un determinado horario, así mismo, puede ser iniciado por un orquestador que es un software que administra el funcionamiento de los robots. (11)

El ejemplo para esta Automatización es un banco, cuando suceden catástrofes habitualmente limitan los retiros en los cajeros automáticos, la ARP no Asistida puede restablecer estos límites de manera eficiente y en un considerable menor número de tiempo.

ARP Híbrida

En este tipo de automatización se unen la fuerza laboral humana y la herramienta para que los procesos sean automatizados con el fin de resolver tareas repetitivas. La automatización híbrida es la combinación de la ARP Asistida con no Asistida, un Bot asistido iniciado por una persona se ejecuta, realiza una tarea y activa un Bot desatendido que continua con el proceso sin la necesidad de intervención humana. Es resumen, la ARP Híbrida es la comunicación entre Asistida y No Asistida, así mismo y de ser necesario permite la intervención de las personas para una toma de decisiones. (17)

Como ejemplo esta tecnología realiza pedidos de compras, la ARP híbrida procesa una gran cantidad de datos sin inconvenientes, pero si el cliente requiere atención personalizada para reclamos de factura, etc. El software le permite hablar con una persona, después de la intervención humana el procesamiento seguirá su curso hasta finalizar la tarea.

A criterio de (18), el tipo de proceso de ARP más utilizado es el No Asistido, debido a que

excluye por completo la intervención del ser humano, además este tipo de proceso son de tipo batch.

ARP Asistida vs No Asistida vs Híbrida

Tabla 10. Resumen comparativo de los Tipos de ARP. Elaborado por el autor

CARACTERÍSTICA	ARP		
	ASISTIDA	NO ASISTIDA	HÍBRIDA
Necesita intervención humana	X		X
Procesa grandes volúmenes de Data		X	X
Puede realizar tareas específicas	X	X	X
Combina los ARP para potenciarlos			X

La tabla 10 detalla algunas de las características de los tipos de ARP evidenciando la igualdad entre ellas y así mismo las diferencias.

La ARP Asistida junto a la Híbrida necesita la intervención humana ya sea para inicializar el proceso o para la toma de decisiones. Para el manejo de data en grandes magnitudes esta la ARP No Asistida junto a la híbrida, son los más completos para la Automatización de Procesos de inicio a fin.

Respecto a una tarea sencilla y especifica se puede solucionar con la ARP Asistida, pero tampoco representaría un problema realizarla con los otros tipos de ARP.

La ARP Híbrida es la que combina la Asistida con la No Asistida y permite potenciar la ARP al punto de poder comunicarse entre bots y que se ejecuten entre sí de manera automática.

Cada tipo de ARP tiene su razón de ser, trabajan bajo el mismo objetivo que es Automatizar los Procesos de manera eficiente.

Q3: ¿Cuáles son los algoritmos más usados en cada categoría?

Para (19) un algoritmo hace referencia a una secuencia finita, ordenada y que tiene una lógica de pasos para conseguir el objetivo de solventar un problema.

El algoritmo en el contexto de este trabajo es aquel que a partir de un conjunto de tareas

permite a través de un software realizar dicho trabajo ejecutando procesos de manera automatizada.

Un algoritmo en su estructura básica parte de un inicio pasando por un input, en esta etapa se da la información necesaria al algoritmo con la que va a trabajar en el proceso, con la información cargada se realiza la tarea cumpliendo las reglas previamente establecidas y finalmente llega al Output que muestra los resultados del trabajo realizado por el algoritmo.

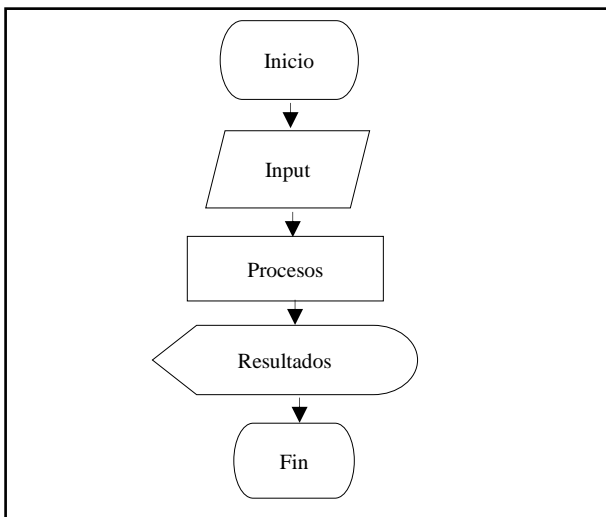


Figura 2. Diagrama básico de procesos de un algoritmo. Elaborado por el autor. Fuente: (19)

Para lograr la optimización de procesos en ARP se conforma un algoritmo que internamente según (11) maneja tipos de procesos que garantizan la Automatización Robótica en las tecnologías de la información.

En algunos de los trabajos investigados (14) (11) (7) no se encontró una clasificación de algoritmos en ARP, por esta razón se realizó una clasificación de algoritmos en función de los procesos que automatiza.

Procesos específicos: Se caracterizan por ser repetitivos y de poca dificultad, todos sus eventos deben realizar una tarea específica, compras, pagos, abrir un sitio web, bajar información de precios, etc. (11)

Procesos multifuncionales: Son procesos que ejecutan varias funciones para

completar una tarea, estas pueden ser generar facturas, aprobar pedidos, etc. (11)

Procesos de punta a punta: Es el proceso más completo dentro del algoritmos de ARP, sus múltiples funciones permiten compartir información entre los robots de manera automatizada. (11)

Concepción del algoritmo en ARP

El término algoritmo referente a la informática puede provocar cierta confusión al momento de introducirnos en la ARP, si bien en la Inteligencia Artificial encontramos algoritmos específicos con sus respectivos nombres, (20) menciona algunos de ellos como el aprendizaje por refuerzo, aprendizaje supervisado, no supervisado entre otros. A diferencia de la IA, en ARP no se encuentran algoritmos establecidos, (4) (14) (11) de los trabajos más relevantes sobre ARP no detallan ningún tipo de algoritmo referente a la Automatización Robótica de Procesos, esto es porque el término en esta tecnología engloba los procesos que lleva a cabo la Automatización, es decir el conjunto de instrucciones, pasos o procesos conforman un algoritmo de ARP que permite la automatización.

Q4: ¿Cuáles son las áreas de utilización más frecuentes y potenciales?

Las áreas de utilización en este contexto hacen referencia a las industrias que están aplicando la Automatización Robótica de Procesos, mientras que el término aplicaciones se enfoca a los usos que se da a la ARP.

A continuación, se muestra una tabla con los aportes que ha proporcionado la Automatización Robótica de Procesos según la perspectiva de (21) y (22).

Tabla 11. Aporte de ARP en las industrias. Elaborado por el autor. Fuente: (21) y (22)

SECTOR INDUSTRIAL	APORTE DE ARP
Banca y Finanzas	Valida datos de los clientes, gestiona cuentas, realiza informes, llena formularios y procesa los reclamos que puedan existir en el sector financiero. Además, verifica que se cumplan las normativas de finanzas según cada gobierno, también ayuda a evitar los fraudes porque tiene un control en tiempo real en transacciones de pagos con tarjetas.
Salud	Se encarga de la parte administrativa, los procesos tediosos y repetitivos de la atención médica, es decir, la ARP maneja la información del paciente, también está en la facturación.
Seguros	Procesa los grandes volúmenes de solicitudes de reclamos que reciben las aseguradoras de sus clientes. Los recibe, analiza y envía los reclamos.
Fabricación	En la fabricación la Automatización Robótica de Procesos se encarga de procesa los datos de logística, así mismo hace un control de los datos obtenidos y también permite comparar precios de los productos que se utilizan para la fabricación recomendando siempre la mejor opción.
Telecomunicaciones	Gestiona el flujo de trabajo, agiliza el servicio al cliente y permite el manejo de datos no estructurados.
Sector Público	Las empresas públicas se han unido a la automatización de procesos para el manejo de la información, cumpliendo los estándares exigidos por cada gobierno.

En el portal web (23) detalla algunos casos de usos específicos de ARP dentro de los sectores industriales.

Tabla 12. Usos específicos de ARP dentro de los sectores industriales. Elaborado por el autor. Fuente: (23)

Procesamiento de facturas	Registro de proveedores	Recuperación de datos	Datos de paciente
Procesamiento de pagos	Gestión de proveedores	Apertura de cuentas	Registro de usuarios
Auditoría	Soporte de TI	Registro de clientes	Beneficios para usuarios
Cálculos de impuestos	Monitoreo de infraestructuras	Monitoreo de cuentas	Procesamiento de gastos
Gestión de suministros	Actualizaciones automatizadas	Procesamiento de solicitudes	Programación de viajes
	Copias de seguridad		

ARP potenciada por la IA

Con los usos detallados en la tabla 12, se puede evidenciar el potencial que tiene ARP en la actualidad, pero sin duda para un uso más sofisticado que no requiera intervención humana y que tenga la capacidad de tomar decisiones, se necesita la ayuda de otra tecnología, la Inteligencia Artificial, esta colaboración permite que los procesos sean automatizados por completo y además mediante la IA los robots de software tengan la capacidad de tomar decisiones cuando el flujo de trabajo lo requiera. Además, la IA permite que el robot tenga la capacidad de aprender los procesos que va realizando para que en un futuro la ejecución sea más eficiente y eficaz. (Aguirre y Rodríguez, 2017) citado en (24)

La combinación de IA impulsando procesos de ARP tiene una proyección exorbitante, se espera crezca de manera exponencial en los próximos años y de esta manera ayude a levantar procesos de producción que han estado estancados por la mano de obra humana. (Körner, 2018, Eric Heymann, 2017, Kerremans, 2018) citado en (25).

(26) Menciona que la IA es una de las Tecnologías Exponenciales que al ser aplicada aumenta hasta un 30% en la productividad. Para (25) la combinación de ARP y la IA se la conoce como automatización inteligente y se refiere a la unión de las

tecnologías. Este complemento de tecnologías brinda:

Tabla 13. Aplicación de IA y ARP. Elaborado por el autor. Fuente: (25)

TECNOLOGÍAS	APLICACIÓN de IA y ARP
Automatización Robótica de Procesos e Inteligencia Artificial	Reconocimiento óptico de caracteres (OCR)
	Reconocimiento inteligente de documentos (IDR)
	Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP)
	Identificación automática de procesos
	Generación de Lenguaje Natural (NLG)
	Técnicas de aprendizaje automático
	Bases de conocimiento

La ARP como tecnología llega hasta la automatización de los procesos y con la IA su capacidad incrementa de tal manera que ya se habla de la necesidad de incrementar valores éticos y morales en su implementación. (25)

Con el procesamiento inteligente de los procesos se reconocen los caracteres existentes en el abecedario, una vez reconociendo los caracteres el siguiente paso es reconocer de manera inteligente y automatizada los documentos, es decir identificar cada uno de ellos, entender el contenido de los archivos con el procesamiento de Lenguaje Natural, así mismo es necesario reconocer que tipo de proceso es la que requiere la tarea que está siendo automatizada y si es necesario generar Lenguaje Natural ahora es posible con la IA a través de la NLG (Natural Language Generation) que permite simular los escritos humanos, no hay diferencia porque la generación del lenguaje natural tiene sentido y sintaxis.

Además, la Inteligencia Artificial permite crear bases de conocimiento según va ejecutando cada proceso, es decir si ejecuto una vez un proceso específico para la próxima que requiera ejecutar el mismo algoritmo la

tecnología ya sabe cómo actuar porque esta implementado en su base de conocimiento.

Q5: ¿Cuál es el impacto de la utilización de esta tecnología en cada categoría y en cada área?

La ARP es una tecnología fundamental para el desarrollo de la Industria 4.0 que llegó para quedarse.

Esta nueva revolución hace referencia a la necesidad de los sectores industriales en invertir en Tecnologías de la Información con el fin de aumentar su nivel de competitividad en el mercado, mejorar procesos y por supuesto reducir los costos laborales.

La inversión en las TI permite a las empresas seguir vigentes en el mercado, la era moderna se ha convertido en una lucha por la digitalización de información y de procesos.

El impacto se mide según los beneficios y resultados que la ARP brinda a las empresas que la han implementado. Y respecto a los resultados las estadísticas según (27) asegura que hay un alto porcentaje de aceptación de las empresas.

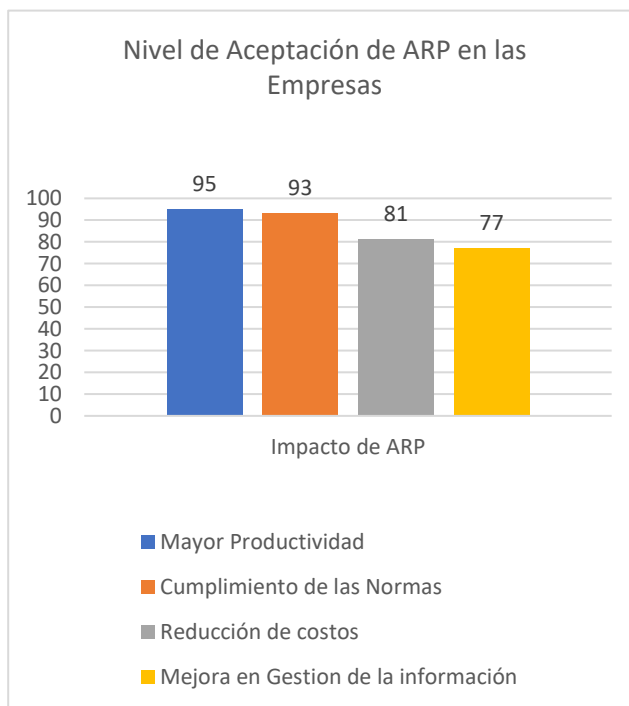


Figura 3. Nivel de aceptación de ARP en las empresas. Elaborado por el autor. Con referencia a los datos publicados por (27)

El gráfico número 3 explica que el 95% de las empresas que han implementado la ARP han tenido un aumento de productividad en sus procesos, así mismo el 93% de estas empresas asegura haber mejorado en el cumplimiento normativo, es decir la ARP no solo automatiza procesos, sino que cumple con los parámetros establecidos dentro y fuera de la empresa. La reducción de costos no puede ser la excepción, el 81% de estas empresas ha visto una reducción considerable de los gastos que habitualmente tenían mientras que el 77% hace referencia a una mejora en la gestión de la información, es decir los datos son debidamente manejados y protegidos por la ARP.

(11) detalla específicamente los impactos de la Automatización Robótica de procesos:

Tabla 14. Impactos de la Automatización Robótica de Procesos. Elaborado por el autor. Fuente: (11)

TECNOLOGÍA	IMPACTO
ARP	Optimización de procesos empresariales
	Reducción de los costos operacionales
	Reducción de las tareas manuales
	Recuperación de la inversión a corto plazo
	Requiere cambios mínimos de TI
	Reduce riesgos para las empresas
	Reduce considerablemente los departamentos existentes en las empresas.
	Mejora la calidad de los datos en las empresas.
	Ayuda al cumplimiento regulatorio de las empresas.
	Incrementa la eficiencia del negocio
	Mejora la productividad de los trabajadores
	Contribuye al aumento de satisfacción al cliente

El impacto de ARP es de manera secuencial, al ser una tecnología que trabaja 24/7 optimiza los procesos dentro de las empresas, así mismo reduce el número de tareas que eventualmente realizaban la mano de obra humana, al hacer eficiente los procesos reduce los costos operacionales y su inversión para implementar la tecnología es fácilmente recuperable al requerir cambios mínimos en los activos de TI que manejan las empresas. Con la automatización se reducen los errores humanos y por ende reduce los riesgos para las empresas.

Escalabilidad de ARP

La Automatización Robótica de Procesos se presenta como una tecnología versátil, es decir está abierta a cambios dentro de la empresa y a los procesos, se adapta fácilmente y su tecnología es escalable.

(14) atribuye la escalabilidad de ARP a la facilidad de incrementar o disminuir los volúmenes de operaciones, su expansión hacia otras áreas y por supuesto la flexibilidad horaria 24/7 que ningún trabajador la puede igualar. Mejora el manejo de la información en los procesos y por ende hay una eficiencia en las tareas internas provocando un nivel alto de satisfacción por parte de los clientes.

4. Conclusiones

El presente trabajo ha permitido entender los conceptos de la Automatización Robótica de Procesos teniendo en cuenta las definiciones presentadas por diversos autores, así mismo se ha establecido de manera clara los tipos de ARP existentes y se detalló los tipos de procesos existentes en ARP que conforman el algoritmo. También se analizaron los impactos y las ventajas de la ARP en su aplicación y/o usos en las diferentes industrias en las que se están implementado. Todo esto se logró a través de una búsqueda de información en los diferentes repositorios y revistas científicas utilizando la metodología propuesta lo que ha permitido mostrar un avance en cuanto a la implementación de ARP junto con la

Inteligencia Artificial en comparación con años anteriores.

En artículos de hace 5 años se hablaba de un avance de la IA y la ARP trabajando de la mano, en la actualidad ha dejado de ser una proyección y es una realidad, por supuesto que está en sus inicios, pero se puede decir que ya existe esta combinación de tecnologías que se perfila como una de las más robustas y potentes en el ámbito tecnológico.

La Industria 4.0 llegó para quedarse y trata de la necesidad de las empresas en invertir en las Tecnologías de la Información para seguir siendo competitivos en los sectores industriales, las nuevas tecnologías ya no se presentan como una opción para mejorar sino como una necesidad de ser implementadas para seguir vigentes y no quedarse atrás siendo superados por la competencia.

El estudio proporciona información relevante para futuras investigaciones, dejando claro que hasta la fecha no existen tipos de algoritmos en la Automatización Robótica de Procesos, sino que la palabra se refiere al conjunto de procesos que permiten realizar la tarea de manera automatizada. Estos procesos dentro de la tecnología de ARP tienen sus tipos y funciones específicas que se ajustan a la necesidad de los usuarios.

5. Bibliografía

- [1] Figueroa J, López E, Villa J, Ferro R. Applied Computer Sciences in Engineering Colombia: Springer; 2017.
- [2] Madakam , Holmukhe , Kumar. THE FUTURE DIGITAL WORK FORCE: ROBOTIC PROCESS AUTOMATION (RPA). Journal of Information Systems and Technology Management – Jistem USP. 2019; 16.
- [3] Hernández A. Impactos de la Automatización y/o la Robótica. España: Escola Tecnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa. ; 2019.
- [4] Bermúdez C. RPA - AUTOMATIZACIÓN ROBÓTICA DE PROCESOS: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA. Revista de Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información. 2020;: p. 111-122.
- [5] Sotelo A. Soluciones basadas en automatización robótica de procesos (RPA) para la integración de sistemas empresariales y automatización de procesos de negocio en el sector seguros. España: Universidad Politécnica de Madrid.; 2018.
- [6] Luis Coaboy JBAZFMJM. Uso de las métricas de Gartner para medir el rendimiento de las plataformas de automatización robótica de procesos RPA Manabi; 2021.
- [7] Madakam S, Holmukhe R, Kumar D. The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA). JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management. 2019; 1.
- [8] Gartner. Gartner Inc. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.gartner.com/en>.
- [9] UiPath. [Online]; 2022. Disponible en: <https://www.uipath.com/es/>.
- [10] AI Singapore. [Online]; 2021. Disponible en: <https://aisingapore.org/tagui/>.
- [11] Sotelo A. Soluciones basadas en Automatización Robótica de Procesos RPA para la integración de sistemas empresariales y automatización de procesos de negocio en el sector seguros. En.: Universidad Politécnica de Madrid; 2018.
- [12] Carrizo D, Moller C. Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. 2018; 26.
- [13] Urbina A, Morel M. El estado del arte / estado de la técnica y la Investigación Científica. Revista Portal de la Ciencia. 2017.

- [14] Deloitte. Automatización Robótica de Procesos (RPA). Change. 2017.
- [15] aosinternational. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.aosinternational.us/diferencias-entre-rpa-e-inteligencia-artificial/#:~:text=Teniendo%20en%20cuenta%20algunas%20diferenciaciones,y%20aprendizaje%20de%20los%20humanos.>
- [16] SolveXia. [Online]; 2021. Disponible en: <https://www.solvexia.com/blog/difference-between-rpa-and-ai.>
- [17] Isayep S. RPA híbrido: colaboración hombre-máquina en 2022. IA Multiple. 2022.
- [18] Cabello R, Jimenez A, Escalona M, Gonzales J. Hybridizing humans and robots: An RPA horizon envisaged from the trenches. Computers in industry. 2022; 138.
- [19] Cátedra Conceptos de Algoritmos DyPU. Por qué “pensar Algoritmos” es tan importante en informática? REVISTA INSTITUCIONAL DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA. 2016; 4.
- [21] ROUHIAINEN L. INTELIGENCIA ARTIFICIAL 101 COSAS QUE DEBES SABER HOY SOBRE NUESTRO FUTURO Barcelona: Editorial Planeta, S.A., 2018; 2018.
- [22] Gutierrez C. La ventaja competitiva detrás de la implementación de RPA en procesos de BackOffice en la industria del retail en Argentina: Universidad de San Andrés; 2020.
- [23] Marciniak P, Stanisławski R. Determinantes Internos en el Campo de la Implementación de Tecnología RPA en el Ejemplo de Empresas Seleccionadas en el Contexto de los Supuestos de la Industria 4.0. MDPI. 2021.
- [24] Fortune Business Insights. [Online]. Disponible en: <https://www.fortunebusinessinsights.com/segmentation/robotic-process-automation-rpa-market-102042.>
- [25] Marciniak P, Stanisławski R. Internal Determinants in the Field of RPA Technology Implementation on the Example of Selected Companies in the Context of Industry 4.0 Assumptions. MDPI. 2021; 12.
- [26] Erdem H, Över T. Artificial Intelligence Ethics Taxonomy - Robotic Process Automation (RPA) as Business Case. Special Issue ‘Artificial Intelligence& Ethics’ European Scientific Journal. 2021; 1.
- [27] Gómez JG. Tecnologías Exponenciales. 2017.
- [28] Hernandez A. Impactos de la Automatización y/o la Robótica: Universitat Politecnica Catalunya; 2019.
- [29] Porcelli A. La inteligencia artificial y la robótica: sus dilemas sociales, éticos y jurídicos. Derecho global. Estudios sobre derecho y justicia. 2021; 6.
- [30] Bachón A. Implementación de un prototipo de automatización del proceso de suscripción de clientes y toma de decisiones de negocio a través de RPA (automatización robótica de procesos) y análisis de datos para la empresa Seguros Confianza S.A. Guayaquil: Universidad Católica de Guayaquil; 2021.
- [31] James K, Randall N, Haddaway N. A methodology for systematic mapping in environmental sciences. Environ Evid. 2016; 5.
- [32] Tebez G, Peppino D, Becker P, Olsina L. Proceso para Revisión Sistemática de Literatura y Mapeo Sistemático. EJS. 2020; 19: p. 94-118.
- [33] Molina N. ¿Qué es el estado del arte? Ciencia y Tecnología para la salud Visual y Ocular. 2005;: p. 73-75.