

Dashboard para el monitoreo de gestión RPA - Automatización Robótica de Procesos: un estudio en la Pyme manufacturera¹

Dashboard for management monitoring RPA - Robotic Process Automation: a study in the manufacturing SMEs

M. Montoya, J. A. Rojas y Y. A. Aguirre

Recibido: diciembre 12 de 2023 – Aceptado: junio 30 de 2024

Resumen—El monitoreo de procesos en las empresas es una acción constante que permite identificar prácticas que promuevan el incremento en la propuesta de valor, calidad y desempeño operativo. Este artículo busca caracterizar las Pymes del sector manufacturero de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Oriente Antioqueño, con el objetivo de proponer un dashboard de indicadores globales para el monitoreo de gestión RPA. La metodología desarrollada consta de introducción, marco conceptual, propuesta de dashboard de monitoreo, principales resultados, conclusiones y trabajos futuros. Como resultados se tiene la categorización de indicadores financieros, fuerza laboral, empleados y procesos automatizados para monitorear las Pymes. El aporte de esta propuesta es evidenciar la factibilidad de implementación de tecnologías en Industria 4.0 como RPA en las Pymes. Como conclusión se tiene la importancia del monitoreo en las pymes, considerando esfuerzos y compatibilidad de tecnologías tradicionales e Industria 4.0.

Palabras clave—Automatización Robótica de Procesos (RPA), dashboard, gestión tecnológica, indicadores, monitoreo de procesos, Pyme manufacturera.

Abstract—Monitoring processes in companies is a constant action that allows for identifying practices that promote an increase in value proposition, quality, and operational performance. This article seeks to characterize the SMEs of the manufacturing sector in Medellín, the metropolitan area of the Aburrá Valley, and Eastern Antioquia, with the objective of proposing a dashboard of global indicators for monitoring RPA management. The methodology developed consists of an introduction, conceptual framework, monitoring dashboard proposal, main results, conclusions, and future work. The results include categorizing financial indicators, workforce, employees, and automated processes for monitoring SMEs. The contribution of this proposal is to demonstrate the feasibility of implementing Industry 4.0 technologies such as RPA in SMEs. The conclusion is the importance of monitoring SMEs, considering efforts and compatibility of traditional technologies and Industry 4.0.

Keywords—Robotic Process Automation (RPA), dashboard, technology management, indicators, process monitoring, SMEs manufacturers.

I. INTRODUCCIÓN

¹Producto derivado del proyecto de investigación “Modelo de gestión de procesos robotizados aplicando actividades logísticas en Pymes del sector manufacturero textil – Estudio de caso”, apoyado por el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y la Universidad de Antioquia. Aprobado en la Convocatoria proyectos de investigación aplicada enmarcados en los objetivos de desarrollo sostenible, dirigida a grupos de investigación de la institución – Menor cuantía 2022, del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

M. Montoya, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia, email: mmontoya@elpoli.edu.co.

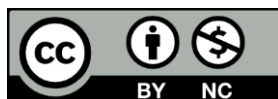
J. A. Rojas, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia, email: johana_rojas83132@elpoli.edu.co.

Y. A. Aguirre, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, email: yenny.aguirre@udea.edu.co.

Como citar este artículo: Montoya, M., Rojas, J. A., y Aguirre, Y. A. Dashboard para el monitoreo del modelo de gestión RPA: un estudio en la Pyme manufacturera, *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 18, no. 35, pp. 59-66, enero-junio 2024. DOI: <https://doi.org/10.31908/19098367.3052>.

Las pequeñas y medianas empresas (Pymes) impulsan la economía nacional; según datos de Portafolio, Colombia tiene 2.540.953 Pymes, las cuales aportan el 34% del PIB nacional, generan alrededor del 67% del empleo formal y comprenden el 96% del tejido empresarial, siendo así el motor de la economía [1]; esta dinámica representa escenarios apropiados para promover proyectos que impulsen el desarrollo, la mejora de procesos, el impacto en la productividad y sostenibilidad, de estas Pymes que contribuyen al impacto de las diferentes regiones del país.

Al interior de estas Pymes, en especial en el sector manufacturero como caso de estudio, la gran mayoría de las actividades operativas y administrativas se realizan de forma manual, por causas como limitaciones económicas, falta de personal capacitado, acceso a sistemas de información, diferentes prioridades operativas, entre otros que impiden procesos de toma de decisiones ágiles e incremento en sus propuestas de valor. Resulta ser retador contemplar la implementación de gestión tecnológica en empresas que no



gozan de beneficios técnicos, operativos, humanos y financieros, para emprender con la implementación de la tecnología RPA en procesos y áreas que buscan la integración de sus tareas y actividades a nivel organizacional. Muchos de estos procesos de trazabilidad se apoyan en tecnologías como RPA para hacer más ágil y efectivo el proceso de toma de decisiones. Sin embargo, en el caso de las Pymes, no todas cuentan con oportunidades tecnológicas para el monitoreo.

El presente artículo pretende identificar en las Pymes del sector manufacturero de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Oriente Antioqueño, características relacionadas con su infraestructura organizacional, procesos internos, acceso e interacción con herramientas tecnológicas y elementos de trazabilidad para el monitoreo y control de los indicadores claves organizaciones, con el objetivo proponer un dashboard de indicadores globales para el monitoreo de gestión de RPA en este segmento de estudio.

Para esto, el artículo en su estructura tiene seis apartes importes: esta sección I donde se desarrolla la introducción, en la sección II se encuentra un marco conceptual, en la sección III se presenta la metodología desarrollada con las respectivas etapas para el logro del objetivo investigativo, en la sección IV se muestran los principales resultados, en la sección V se exponen las conclusiones y finaliza la sección VI con el planteamiento de los trabajos futuros de investigación.

II. MARCO CONCEPTUAL

A. Sectores económicos en las Pymes

De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, en el país el 4.2% de las unidades económicas corresponde al sector industria, de ellas, Antioquia es la segunda entidad territorial con mayor proporción con el 11.6% [2]. Considerando la clasificación por actividades, las Pymes pueden ser de servicios, industriales o comerciales. Según cifras de la Gran Encuesta Pyme Medellín 2020, el 45% de las Pymes son industriales y el 34% de servicios, para las cuales se destaca la importancia de contar con mayor grado de tecnología en sus procesos de venta; por su parte el 44% de las Pymes comerciales, consideran relevante contar con mayor grado de tecnología en sus procesos operativos [3].

B. Automatización Robótica de Procesos (RPA)

El autor [5] amplía la definición del concepto RPA y lo basa en tres ideas principales:

a) *Robot*. Significa que cualquier máquina de software se puede programar para ejecutar un trabajo específico.

b) *Proceso*. Se trata de una sucesión de pasos para alcanzar un objetivo o resultado en particular.

c) *Automatización*. Significa una transformación de una operación manual con el fin de permitir que se realice de forma autónoma.

En [6] definen RPA como un software que imita las interacciones de un humano, el cual trabaja valiéndose de varias funciones, aplicaciones con el fin de mecanizar actividades manuales, repetitivas, basadas en reglas que no

requieren tomar decisiones.

En términos de implementación de un RPA, los autores [7] afirman que se requiere identificar las actividades repetitivas o rutinarias que podrían ser sujetas a automatización, determinar el alcance de la mejora, realizar entrenamiento efectivo de los robots y ejecutar monitoreo continuo de su desempeño. Complementario a esto [8] mencionan que los procesos candidatos a ser automatizados, además de ser rutinarios, deben estar estandarizados, con altos volúmenes de transacción, reglas comerciales claramente definidas.

En cuanto a los beneficios que se pueden obtener con la implementación de tecnología RPA se tienen:

- Mayor eficiencia, agilidad operativa, gobernanza, control y seguridad [9], [10].
- Agregación de valor a las tareas por parte de los colaboradores [11].
- Equipos de alto rendimiento, donde los humanos y los robots se complementan entre sí [12].
- Aumento del valor económico de las tareas [13].
- Beneficios económicos permitiendo lograr rápidamente un alto retorno de la inversión (ROI) [14], [15].
- Mejoras de productividad por tiempos de ciclo más rápidos [16].
- Reducción de costos, riesgos operativos y errores humanos [10].

Según [16] la automatización en la producción con Industria 4.0 cambiará por completo los procesos comerciales en lo que, a informes de contabilidad, ventas, logística, y administración y ciclos comerciales se refiere; adicionalmente, el autor [17] relaciona que el desarrollo de la Inteligencia artificial y robótica tendrá consecuencias, directas e indirectas en los contenidos de los puestos de trabajo, exigiéndose a cambio, conocimientos tecnológicos más especializados. Además [10] concluye que es común la aprensión de los empleados por los impactos potenciales de la automatización de servicios en sus trabajos, y es ingenuo que los ejecutivos piensen lo contrario. Lo que supone un gran reto para las organizaciones, frente a la capacitación y formación del personal, buscando la adaptación a las nuevas tecnologías, el desarrollo de procesos y la aplicación de herramientas innovadoras que aporten a mejorar la productividad y eficiencia en los procesos.

C. Avances tecnológicos en las Pymes

El avance hacia la automatización, el aumento del uso de tecnologías digitales y la organización de los procesos de gestión interna en las empresas, se dio no sólo por necesidades internas, sino por eventos externos como la emergencia sanitaria generada por el Covid 19 que llevó a las organizaciones a pensar y actuar diferente para sostenerse en el mercado [4]. El 71% de las Pymes industriales afirma haber tenido acceso a servicio digitales, principalmente en actividades relacionadas con procesos internos, como realizar pedidos o compras a través de internet [3].

Buscando el desarrollo tecnológico de las Pymes manufactureras, se puede aplicar la RPA en aquellas tareas

repetitivas realizadas por las personas; como lo menciona [19] RPA es una solución innovadora, considerando la virtualización de la fuerza laboral, gracias a que permite brindar mayor precisión y velocidad en las tareas.

D. Monitoreo de procesos

Implementar indicadores de gestión en el ámbito empresarial otorga a las organizaciones la ventaja competitiva de generar información confiable sobre el comportamiento de los procesos y el logro de los objetivos estratégicos formulados a corto, mediano y largo plazo [20]. Un dashboard o tablero de monitoreo, permite la integración de indicadores claves para la organización, facilitando su análisis, interpretación y toma de decisiones estratégicas enfocadas al mejoramiento continuo de las Pymes. Específicamente en la implementación de tecnología RPA, se hace necesario monitorear y hacer seguimiento a la implementación de los cambios, según [21] la inversión realizada en este tipo de soluciones debe demostrar sus resultados, utilizando para ello indicadores clave de desempeño (KPI) que permitan analizar datos y tomar decisiones como se observa en la Tabla I; [22] concluye que las empresas necesitan monitorear constantemente sus propios procesos, para identificar y optimizar los procesos adecuados para la tecnología RPA porque no todos los procesos admiten la automatización.

TABLA I
KPI DE LA TECNOLOGÍA RPA [22].

Categoría	Descripción	Indicador
KPI Financieros	Monitorea mensualmente los beneficios financieros resultantes del uso de robots.	ROI
KPI de fuerza laboral	Supervisa el uso general y el potencial de optimización de los robots en ejecución, además de la utilización del robot frente a su capacidad.	FTE (Equivalente a Tiempo Completo)
KPI de empleados	Supervisa el desempeño general del equipo: su desarrollo, sus necesidades de capacitación y formación, entre otras.	Clima laboral Formación RPA
KPI de procesos automatizados	Realiza un seguimiento de la eficiencia de los procesos automatizados, reducción de tiempos de espera, aumento de productividad, reducción de errores y tiempo humano por la automatización del proceso	Satisfacción del cliente (tiempo de respuesta)

III. METODOLOGÍA

Esta investigación estuvo estructurada en cuatro etapas:

A. Etapa 1. Caracterización de las Pymes

De acuerdo con [23] y [24], se tiene una investigación cualitativa y cuantitativa debido al uso de fuentes de

información primarias y secundarias. Se utilizó información publicada en diferentes medios digitales y algunos físicos. De otro lado, se diseñó un instrumento compuesto de 15 preguntas cerradas que permitieron caracterizar las Pymes del sector manufacturero de la zona de influencia en estudio, para el planteamiento y desarrollo de la automatización de actividades operativas, mejorando su productividad, análisis de datos e información en la toma de decisiones.

La encuesta estructurada cumple con la ley 1581 de 2012 de protección de datos (habeas data). El instrumento fue validado por dos expertos quienes evaluaron la claridad en la estructura y la pertinencia del contenido.

B. Etapa 2. Determinación de la muestra

Se realizó un muestreo aleatorio simple en el cual participaron 55 Pymes del sector manufacturero del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Oriente Antioqueño, quienes diligenciaron el instrumento de caracterización, representando a las Pymes en escenarios reales.

C. Etapa 3. Análisis de resultados

De acuerdo con [23] y [24], se tiene una investigación descriptiva, debido a que con los hallazgos se logran identificar las características de la situación actual de las Pymes del sector manufacturero del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Oriente Antioqueño, respecto a sus actividades operativas y el acercamiento con la automatización de procesos como insumo para la propuesta de monitoreo de la aplicación de la tecnología RPA.

D. Etapa 4. Dashboard para el monitoreo de gestión RPA

Se utiliza como herramienta para la construcción de la propuesta de tablero de monitoreo Microsoft Excel®, buscando sea de sencilla aplicación en las Pymes caso de estudio, esto considerando el nivel de intervención tecnológica de estas de acuerdo con los hallazgos, además de la compatibilidad con las herramientas de medición de sus procesos actuales.

IV. RESULTADOS

A. Etapa 1. Caracterización de las Pymes

El instrumento utilizado en esta fase estuvo compuesto de 15 preguntas cerradas divididas en 3 bloques:

a) *Estructura organizacional.* Recolecta información del sector al que pertenecen las Pymes, los municipios donde se encuentran asentadas, la antigüedad, el número de empleados y los productos o servicios que prestan. Total preguntas: 5

b) *Procesos.* Recolecta información sobre las actividades estandarizadas de las Pymes, la trazabilidad o seguimiento, los indicadores implementados y la información que registra, utiliza o comparte con procesos internos o entes externos. Total preguntas: 6

c) *Herramientas tecnológicas.* Busca conocer que tan preparadas se encuentran las Pymes para la recolección y manejo de datos. Además, del nivel de formación en TIC. Total preguntas: 4

B. Etapa 2. Determinación de la muestra

Para el cálculo del tamaño muestral en relación con el número de empresas se les debe realizar la caracterización para que el estudio sea representativo, se tiene un universo de 1420 empresas medianas pertenecientes Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Oriente Antioqueño según fuentes de la Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas [25].

Con una probabilidad de ocurrencia del 0,1 para esta población finita, un nivel de confianza del 95% y un error sobre la estimación del 8%, el tamaño de la muestra, es decir, el número de Pymes que deberán ser objeto para realizar con ellas la investigación actual es de 52 empresas.

C. Etapa 3. Análisis de resultados

En la investigación participaron 55 Pymes del sector manufacturero del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Oriente Antioqueño. El 38% se encuentran en la ciudad de Medellín, seguido por Rionegro con el 18% y Envigado con el 16%. Se identifica que los sectores alimentos y confecciones, son los que tienen mayor representación con un 14% cada una (Fig. 1).

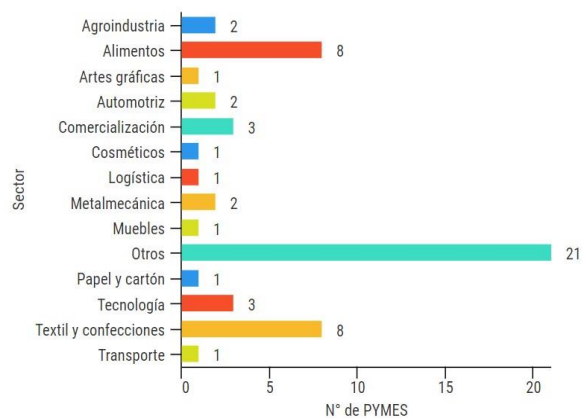


Fig. 1. Sector productivo.

En cuanto al número de colaboradores de las Pymes, el 42% tienen hasta 5 empleados y el 34% tienen entre 5 y 20 empleados (Fig. 2). Ante este escenario, el desarrollo de un programa de capacitación especializado enfocado a desarrollar la polivalencia entre los colaboradores de las Pymes, representa una oportunidad que apoyado en la aplicación herramientas tecnológicas, busque la automatización de actividades operativas.



Fig. 2. Número de colaboradores.

La gestión por procesos es un enfoque estratégico que permite a las empresas, alinear e integrar sus actividades en pro de cumplir los objetivos organizacionales.

El modelo de gestión basada en los procesos se orienta a desarrollar la misión de la organización, mediante la satisfacción de las expectativas de sus stakeholders: clientes, proveedores, accionistas, empleados, sociedad, y qué hace la empresa para satisfacerlos, en lugar de centrarse en aspectos estructurales como cuál es su cadena de mandos y la función de cada departamento [26].

El estudio muestra en las Pymes estudiadas (Fig. 3), consolidación de los procesos gerenciales (13.49%), financiero (13.49%), comercial y ventas (13.15%), producción (12.46%), compras (10.03%), logística y diseño (7.96% cada uno), mostrando un factor común representando en la gestión por procesos y su interacción para lograr objetivos corporativos, satisfacción de los clientes e incremento de la propuesta de valor.

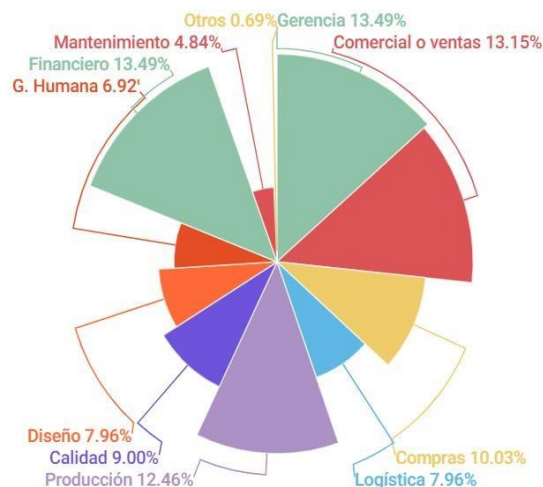


Fig. 3. Procesos presentes y consolidados.

La estandarización de procesos permite a las empresas crecer de manera organizada, garantizar que sus actividades se realizarán de la misma manera independiente de quién la realice y asegurar la implementación de los controles establecidos para ofrecer un producto con buena calidad, amigable con el medio ambiente y evitando riesgos laborales. Para estandarizar, la documentación de procesos resulta ser la más relevante; entendiendo un procedimiento como “una secuencia definida de tareas o acciones (con puntos de inicio y fin definidos) que deben seguirse para realizar correctamente una labor de manera eficaz” [27].

Para este caso de estudio, el 38% de las Pymes encuestadas afirman que tienen procedimientos estandarizados o documentados de sus procesos, como oportunidad para identificar mejoras.

Realizar seguimiento y medición a los procesos, permite identificar desviaciones, oportunidades y mejorar continuamente.

El seguimiento es una acción permanente a lo largo del

proceso, permite una revisión periódica del trabajo en su conjunto, tanto en su eficiencia en el manejo de recursos humanos y materiales, como de su eficacia en el cumplimiento de los objetivos propuestos [27].

Se puede realizar trazabilidad o seguimiento a partir de inspecciones periódicas a las actividades, revisión de registros, análisis de tendencias en el cumplimiento de objetivos, auditorías, entre otros.

El 43.64% de las Pymes realizan actividades de trazabilidad en sus procesos, el 34.54% los tienen sobre algunos de sus procesos. Este escenario supone una oportunidad para implementar estrategias enfocadas a la medición de los procesos, buscando crear cultura de control y seguimiento, recolección de datos que faciliten la toma de decisiones, el análisis de datos y la identificación de mejoras a implementar en cada una de las actividades de los procesos.

Con el 78.18% de las Pymes que realiza alguna actividad de seguimiento, medición y trazabilidad, se logra obtener los indicadores implementados, entendiendo que un indicador es una relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto a objetivos y metas previstos e influencias esperadas [27].

Los indicadores de ventas y producción son los que más monitoreados por las Pymes con un 24% y 18% respectivamente; otros indicadores como desperdicio, productividad, rentabilidad, cumplimiento de presupuesto y compras, también se relacionan y en común se miden en estas organizaciones (Fig. 4).



Fig. 4. Indicadores utilizados.

Complementario a lo anterior, el estudio de caso en mención permitió identificar cómo las Pymes intercambian información en tiempo real, es decir si la información se comparte sólo a nivel interno (procesos) o también se relaciona con partes interesadas externas. El 69% comparte información en tiempo real (Fig. 5), entre procesos (43%), clientes (17%), proveedores (9%).

Con el desarrollo de la tecnología, se pueden implementar estrategias para la utilización de estas, en actividades administrativas de manera que permitan registrar y obtener información válida y confiable en cualquier momento. Finalmente, el 57% de las Pymes participantes en el estudio utilizan la herramienta Microsoft Excel® para conservar información, analizar datos y realizar trazabilidad a las

actividades y el 38% tiene algunos softwares o aplicativos especializados para el desarrollo de sus actividades.



Fig. 5. Intercambio de información en tiempo real.

D. Etapa 4. Dashboard para el monitoreo de gestión RPA

Para esta etapa final del desarrollo metodológico, se consideran los hallazgos de las etapas anteriores para la construcción de una propuesta de dashboard o tablero de monitoreo, el cual es una herramienta de gestión que permite monitorear, analizar y presentar de manera gráfica los KPI [28].

Para este estudio en la Pyme manufacturera, el dashboard para el monitoreo de gestión RPA siguió los siguientes pasos para su desarrollo:

a) *Definición de KIPs.* Para el seguimiento de la gestión RPA en las Pymes manufactureras considerando lo expuesto por [29] y la Tabla I, se proponen los siguientes indicadores:

- ROI: permite evaluar la eficiencia de una inversión, determina las ganancias relacionadas con la cantidad de dinero invertido.
- Satisfacción del cliente (tiempo de respuesta): se mide a través del tiempo de respuesta, este sirve para optimizar la calidad del servicio de atención: mientras más corto sea, mejores resultados se obtienen.
- FTE: permite medir el rendimiento o productividad del trabajador según sus horas trabajadas.
- Formación RPA: permite fomentar el desarrollo y capacitación en el uso de la tecnología en RPA, se mide la cantidad de formaciones recibidas por trabajador en temas relacionados con la implementación de la tecnología RPA.
- Clima laboral: mide el ambiente en el que se desenvuelven los empleados en su día a día dentro del espacio de trabajo, especialmente se mide la adaptación al cambio con la implementación de la tecnología RPA en los procesos.

b) *Diseño de la interfaz de usuario.* Una vez definidos los indicadores, se establecen las fórmulas y la presentación de los datos en porcentaje o número, de acuerdo con la información que se requiera analizar en cada uno de ellos. La herramienta utilizada para esta construcción es Microsoft Excel®. Se relaciona una tabla dinámica para los datos y gráficos dinámicos para cada indicador, de esta manera se construye el tablero de monitoreo para la gestión RPA en actividades operativas y administrativas de los procesos internos (Fig. 6).

KPI | Dashboard para el monitoreo de gestión RPA

Indicador	Fórmula	Indicador	Fórmula	Indicador	Fórmula	Indicador	Fórmula
ROI	$\frac{\text{Ingresos} - \text{Inversión} * 100\%}{\text{Inversión}}$	Satisfacción del cliente (Tiempo de respuesta)	$\frac{\text{Total de horas}}{\text{Total casos resueltos}}$	FTE	$\frac{\text{Total horas efectivas trabajadas}}{\text{Total Horas jornada completa}}$	Formación RPA	
						Fórmula	
						N° de formaciones en RPA por mes	
						Descripción	
						Fomentar el desarrollo y capacitación en el uso de la tecnología en RPA.	
						Indicador	
						Clima laboral	Encuesta anual
						Descripción	
						Es un indicador que mide el ambiente en el que se desenvuelven los empleados en su día a día dentro del	

Mes	Ingreso	Inversión	ROI	Mes	Horas	Caso	Tiempo de respuesta	Mes	Horas efectiva	Horas jornada completa	FTE	Mes	N° de formaciones
Enero	\$ 1,200,000	\$ 680,000	76%	Enero	697	89	7.83	Enero	905	180	5.03	Enero	1
Febrero	\$ 1,500,000	\$ 820,000	83%	Febrero	222	146	1.52	Febrero	824	180	4.58	Febrero	5
Marzo	\$ 1,000,000	\$ 710,000	41%	Marzo	279	147	1.90	Marzo	942	180	5.23	Marzo	1
Abril	\$ 1,250,000	\$ 650,000	92%	Abril	565	133	4.25	Abril	489	180	2.72	Abril	1
Mayo	\$ 1,410,000	\$ 950,000	48%	Mayo	413	138	2.99	Mayo	266	180	1.48	Mayo	1
Junio	\$ 1,600,000	\$ 630,000	154%	Junio	394	109	3.61	Junio	326	180	1.81	Junio	3
Julio	\$ 1,540,000	\$ 540,000	185%	Julio	680	172	3.95	Julio	253	180	1.41	Julio	1
Agosto	\$ 1,280,000	\$ 790,000	62%	Agosto	255	190	1.34	Agosto	200	180	1.11	Agosto	2
Septiembre	\$ 1,350,000	\$ 690,000	96%	Septiembre	291	187	1.56	Septiembre	933	180	5.18	Septiembre	1
Octubre	\$ 1,480,000	\$ 800,000	85%	Octubre	561	123	4.56	Octubre	381	180	2.12	Octubre	1
Noviembre	\$ 1,570,000	\$ 720,000	118%	Noviembre	310	173	1.79	Noviembre	413	180	2.29	Noviembre	2
Diciembre	\$ 1,360,000	\$ 845,000	61%	Diciembre	672	166	4.05	Diciembre	350	180	1.94	Diciembre	3
TOTAL	\$ 16,540,000	\$ 8,825,000	87%	TOTAL	5339	1773	3.01	TOTAL	6282	2160	2.91	TOTAL	24

Columna1	Columna2
Procesos	Resultados
Gerencia General	75.0%
Comercial y ventas	75.3%
Compras	83.1%
Producción	30.0%
Gestión Humana	89.6%
Financiero	80.0%
TOTAL	72.2%

Fig. 6. Diseño de la interfaz de usuario.

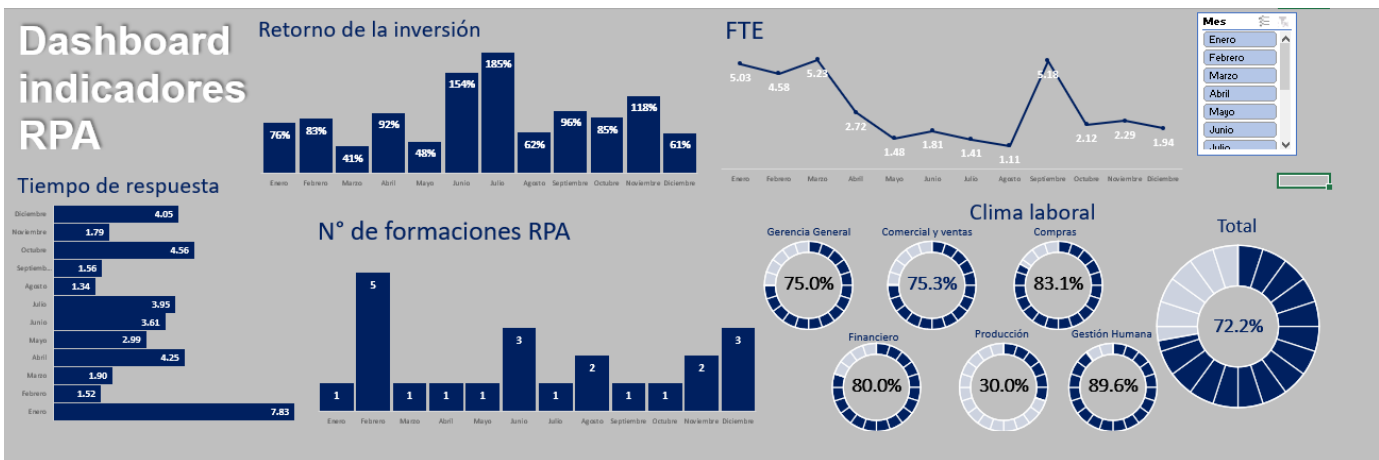


Fig. 7. Piloto de implementación de la Pyme manufacturera.

c) *Piloto de implementación en la Pyme manufacturera.* Si bien el acceso a software especializados o plataformas tecnológicas, no supone una necesidad o una prioridad para las Pymes, dado que el flujo de información o su pequeña infraestructura no requiere de tal inversión y esfuerzo; la implementación de este tipo de herramientas básicas de gestión para la automatización de procesos o actividades puntuales, representan la oportunidad de obtener resultados significativos en la mejora de la productividad, la atención a los clientes para el registro de información que ayuden a la toma de decisiones. Las herramientas tecnológicas y la automatización de procesos seguirán aplicándose en las Pymes para mejorar su desempeño y el logro de sus objetivos.

Se toma una de las empresas participantes del estudio para con datos de 3 periodos de entrada, generar pronósticos para 12 periodos y con evaluar el funcionamiento del dashboard (Fig. 7). En esta fase de pilotaje, la empresa declara cómo la trazabilidad de los principales KPI permitirá medir la implementación de la tecnología RPA en las Pymes manufactureras y su adaptación al trabajo normal con los colaboradores, además de establecer el rendimiento, productividad y eficiencia de este, traducido en altos beneficios para el desarrollo como representación de las pequeñas y medianas empresas del Área Metropolitana del

Valle de Aburrá y Oriente Antioqueño.

Esta propuesta concuerda con [30] quienes concluyen que el disponer de indicadores y metas mediante un instrumento como lo es un dashboard, permite medir el desempeño organizacional gracias al análisis de los resultados que de ello se generan. Finalmente la digitalización impactará la productividad y la eficiencia de los procesos de manera desatendida (independientes de la **interacción** humana) en las funciones operativas del puesto de trabajo como lo afirma [31], lo cual resulta ser consecuente con la oportunidad e impacto de esta investigación sobre el sector económico de estudio, gracias a la herramienta como base propuesta de monitoreo.

V. CONCLUSIONES

Las Pymes manufactureras del Área metropolitana del Valle de Aburrá y Oriente Antioqueño, representan ampliamente la industria permitiendo el desarrollo económico no solo de la región en la que están asentadas sino también del país; al diagnosticar la gestión de automatización se pudo determinar que sólo el 31% de las empresas participantes no tienen actividades automatizadas, es decir que no tienen un avance tecnológico significativo y que la operación de sus procesos internos continua siendo muy manual y operativo,

además se evidencia la necesidad de establecer un modelo que permita el monitoreo de los indicadores para facilitar el análisis de datos y la toma de decisiones estratégicas.

El uso de software o aplicativos especializados no es muy común en las Pymes, sin embargo, el 57% de las empresas participantes en el estudio utilizan la herramienta Excel para conservar información, analizar datos y realizar trazabilidad a las actividades; adicionalmente, el 36% de las Pymes tiene un nivel de formación bajo en TIC, lo que supone una oportunidad para fomentar el uso de tecnología como RPA en los procesos internos para uso y beneficio del desarrollo de los procesos.

Los autores [32] concluyen que “la falta de conocimiento y de uso de metodologías para la medición de la productividad en planta, representa una oportunidad importante de mejora en los procesos productivos a través de la Industria 4.0” mostrando en esta investigación un aporte para motivar la implementación de herramientas para el monitoreo de procesos utilizando una de las tecnologías de la Industria 4.0 como lo es el RPA.

Finalmente, el diseño del dashboard para el monitoreo de KPI claves, permite la aplicación de la tecnología RPA en los procesos, el seguimiento y la gestión de procesos a partir del análisis de datos e información, los principales indicadores sujetos a medición son: ROI, FTE, clima laboral, formaciones RPA y satisfacción del cliente (tiempo de respuesta). El monitoreo de procesos es importante para que las Pymes tengan claridad frente al cumplimiento de sus objetivos y puedan enfocar sus esfuerzos en impulsar aquellos que requieren mayor atención con herramientas compatibles a sus tecnologías tradicionales como Microsoft Excel®.

VI. TRABAJOS FUTUROS

La implementación de la tecnología RPA en las Pymes manufactureras podrá cambiar de manera significativa la interrelación de los procesos, enfocando los esfuerzos del capital humano en actividades que aporten mayor valor a las organizaciones y dejando lo operativo para robots automatizados. Se espera que en futuras investigaciones se analice la articulación y pertinencia de otras tecnologías como inteligencia artificial, minería de procesos, internet de las cosas, industria 4.0 o sistemas de gestión de proceso de negocio (BPMS) con la tecnología RPA, evaluando la gestión a través de la maximización de beneficios para las Pymes.

REFERENCIAS

- [1] Portafolio, “Pymes también deben implementar la nómina electrónica,” Mis finanzas, 22 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.portafolio.co/mis-finanzas/pymes-tambien-deben-implementar-la-nomina-electronica-551218>. [Último acceso: 04 Junio 2023].
- [2] DANE, “Censo de unidades económicas 2021,” Unidades económicas: participación por sector, 21 septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-interno/censo-economico-de-colombia/conteo-de-unidades-economicas-2021>. [Último acceso: 04 junio 2023].
- [3] ANIF, “Gran Encuesta Pyme Lectura Regional. Medellín. Informe de resultados, Primer semestre 2020,” Encuesta MiPyme ANIF, Centro de estudios económicos. ISSN 1909-4175, octubre 2020. [En línea]. Available: <https://www.anif.com.co/filecategory/gran-encuesta-pyme-regional/>. [Último acceso: 04 junio 2023].
- [4] CEPAL, “Sectores y empresas frente al COVID-19: emergencia y reactivación. N°4 Informe especial,” 02 julio 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11.1>. [Último acceso: 04 junio 2023].
- [5] J. Chacón-Montero, A. Jiménez-Ramírez y J. González-Enríquez, “Towards a Method for Automated Testing in Robotic Process Automation Projects,” *IEEE/ACM 14th International Workshop on Automation of Software Test*, vol. AST 2019, pp. 42-47, 2019.
- [6] D. M. Restrepo Tejada, I. J. Navarro Navarro y C. H. Obando Ibarra, “Lineamientos para la Automatización de Robótica de Procesos,” *Revista CIES*, vol. 11, n° 01, pp. 143-158, 2020.
- [7] J. Geyer-Klingenberg, J. Nakladal, F. Baldauf y F. Veit, “Process Mining and Robotic Process Automation: A Perfect Match,” *16th International Conference on Business Process Management 2018, Industry Track Session, Sydney, Australia*, pp. 1-8, 2018.
- [8] K. Osmundsen, J. Iden y B. Bygstad, “Organizing Robotic Process Automation: Balancing Loose and Tight Coupling,” *The 52nd Hawaii International Conference on System Sciences*, DOI: <https://doi.org/10.24251/HICSS.2019.829>, pp. 6918-6926, 2019.
- [9] S. Madakam, R. M. Holmukhe y D. K. Jaiswal, “The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA),” *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*. DOI: <https://doi.org/10.4301/S1807-1775201916001>, vol. 16, pp. 1-17, 2019.
- [10] L. Willcocks, M. Lacity y A. Craig, “The IT Function and Robotic Process Automation,” *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*, pp. 1-39, 2015.
- [11] F. Santos, R. Pereira y J. B. Vasconcelos, “Towards Robotic Process Automation implementation: An end-to-end perspective,” *Business Process Management Journal*, <https://dx.doi.org/10.1108/BPMJ-12-2018-0380>, vol. 26, n° 2, pp. 405-420, 2020.
- [12] A. Stople, H. Steinsund, J. Iden y B. Bygstad, “Lightweight IT and the IT function: experiences from robotic process automation in a Norwegian bank,” *Paper presented at NOKOBIT 2017, Bibsys Open Journal Systems*. ISSN 1894-7719, vol. 25, n° 1, pp. 1-12, 2017.
- [13] J. Mendling, G. Decker, R. Hull, H. A. Reijers y I. Weber, “How do Machine Learning, Robotic Process Automation, and Blockchains Affect the Human Factor in Business Process Management?,” *Communications of the Association for Information Systems*. DOI: <https://doi.org/10.17705/ICAIS.04319>, vol. 43, n° 1, pp. 297-320, 2018.
- [14] E. Penttinen, H. Kasslin y A. Asatiani, “How to Choose between Robotic Process Automation and Back-End System Automation?,” *Twenty-Sixth European Conference on Information Systems (ECIS2018), Portsmouth, UK*, pp. 1-14, 2018.
- [15] W. M. P. B. M. & H. A. Van der Aalst, “Robotic Process Automation,” *Business & Information Systems Engineering*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-018-0542-4>, vol. 60, n° 4, p. 269-272, 2018.
- [16] A. Asquith and G. Horsman, “Let the robots do it! – Taking a look at Robotic Process Automation and its potential application in digital forensics,” *Forensic Science International: Reports*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2019.100007>, vol. 1, pp. 1-6, 2019.
- [17] C. T. Kaya, M. Turkyikmaz y B. Birol, “Impact of RPA Technologies on Accounting Systems,” *The Journal of Accounting and Finance*. DOI: <https://doi.org/10.25095/mufad.536083>, vol. 82, pp. 235-250, 2018.
- [18] J. Varela Ferrío, “Impacto de la digitalización en el empleo en España,” *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, vol. 6, n° 1, pp. 69-77, 2019.
- [19] L. V. Chuong, P. D. Hung y V. T. Diep, “Robotic Process Automation and Opportunities for Vietnamese Market,” *ICCCM '19: Proceedings of the 7th International Conference on Computer and Communications Management*. DOI: <https://doi.org/10.1145/3348445.3348458>, pp. 86-90, 2019.
- [20] J. F. Rueda Galvis, Y. Garavito Hernández y J. A. Calderón Campos, “Indicadores de gestión como herramienta de diagnóstico para Pymes,” *I+D Revista de Investigaciones*. DOI: <https://doi.org/10.33304/revinv.v15n2-2020011>, vol. 15, n° 2, pp. 119-134, 2020.
- [21] S. Anagnoste, “Setting Up a Robotic Process Automation Center of

- Excellence," *Management Dynamics in the Knowledge Economy*. DOI: <https://doi.org/10.25019/MDKE/6.2.07>, vol. 6, n° 2, pp. 307-322, 2018.
- [22] C.-C. Osman, "Robotic Process Automation: Lessons Learned from Case Studies," *Informatica Economica*. DOI: <https://doi.org/10.12948/issn14531305/23.4.2019.06>, vol. 23, n° 4, pp. 66-71, 2019.
- [23] C. Méndez Álvarez, "Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales". 4ta Edición, México: Editorial Limusa, 2009.
- [24] C. Bernal Torres, "Metodología de la investigación," 3° edición, Colombia: Pearson Educación, 2010.
- [25] ACOPI, "Observatorio de la Pyme. Encuesta de desempeño empresarial," Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, Bogotá, <https://www.acopi.org.co/observatorio-de-la-mipyme/>, 2022.
- [26] M. Á. Mallar, "La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente," *Visión de Futuro*. Año 7, http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-87082010000100004, vol. 13, n° 1, pp. 127-145, 2010.
- [27] J. Lira-Camargo, "Enfoque de la Gestión por Procesos: Etapas para la Implementación de la Gestión por Procesos en el Sector Público", Lima, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=851165>, 2021.
- [28] M. Talalweh, "El Cuadro de Mando como herramienta para el Control de Gestión," *Gestión Joven*, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7171258>, vol. 20, n° 3, pp. 81-101, 2019.
- [29] A. M. Heras-Garzón y C. I. Narváez-Zurita, "Cuadro de mando integral para la gestión táctica financiera. Caso: Cooperativa de transporte Panorama," *Cienciamatria*. DOI: <https://doi.org/10.35381/cm.v7i2.513>, vol. 7, n° 2, pp. 337-365, 2021.
- [30] I. I. Calle Paz y M. A. Valles Coral, "Dashboard digital para el monitoreo de indicadores y metas de los proyectos de consultores San Martín E.I.R.L.," *Revista científica de Sistemas e Informática*. DOI: <https://doi.org/10.51252/rcsi.v1i1.94>, vol. 1, n° 1, pp. 24-36, 2021.
- [31] V. Di Stefano, "'La sexta perspectiva' Métricas e indicadores para la revolución digital," *Revista Costos y Gestión*, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8367055>, vol. 102, pp. 76-86, 2022.
- [32] L. Morris, L. Chávez, D. Lozano, D. Mejía, J. Arias, J. Ospina y O. Salazar, "Prototipo funcional para el mejoramiento del proceso productivo en MiPymes de manufactura y su aproximación a la Industria 4.0," *Entre Ciencia e Ingeniería*. DOI: <https://doi.org/10.31908/19098367.2750>, vol. 16, n° 31, pp. 70-80, 2022.



Mauricio Montoya Peláez. Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, 2006, Medellín, Colombia. Magíster en Ingeniería Administrativa de la Universidad Nacional de Colombia, 2014, Medellín, Colombia. PhD(c) Administración Gerencial de la Universidad Benito Juárez, Puebla de Zaragoza, México. Con más de 10 años de experiencia en el sector productivo en cargos de Dirección de Producción. En la academia cuenta con más de 15 años de experiencia, se desempeña como Docente Investigador de la Facultad de Administración del Politécnico Colombiano Jaime

Isaza Cadavid, integrante de los grupos de investigación AGPA y COINDE. Áreas de interés: Logística, procesos automatizados, gamificación, operaciones, tecnología aplicada a la industria. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0953-344X>.



Johana Andrea Rojas González. Ingeniera de Productividad y Calidad del Politécnico Colombiano Cadavid Industrial, 2023, Medellín, Colombia. Tecnóloga en Gestión Integrada de la calidad, medio Ambiente, seguridad y salud ocupacional del SENA, La Ceja del Tambo, Colombia. Con más de 6 años de experiencia en la implementación de sistemas de gestión, estructuración de procesos, gestión de

riesgos y herramientas de mejoramiento continuo. Áreas de interés: Calidad, mejoramiento continuo, desarrollo sostenible. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2369-6235>.



Yenny Alejandra Aguirre Alvarez. Ingeniera Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, 2007, Medellín, Colombia. Especialista en Logística Integral de la Universidad de Antioquia, 2011, Medellín, Colombia. Magíster en Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, 2015, Medellín, Colombia. PhD(c) Ingeniería de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Con más de 7 años de experiencia en el sector productivo en cargos de Gerencia Operativa. En la academia cuenta con más de 15 años de experiencia, se desempeña como Docente Investigadora de la

Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, integrante del grupo de investigación Ingeniería y Sociedad. Áreas de interés: Sistemas productivos, excelencia operacional, Lean Manufacturing, Industria 4.0. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7357-5759>.