

Propuesta de Plan de Trabajo (LETA)

Título descriptivo: Sistemas Multiagentes para la Automatización de Tareas Repetitivas.

Estudiante: Quispe Chasiguano Stalyn Saul, Tapia Condorcana Danilo Josué, Toro Cordova Francisco David

Director/es: Dr. José Luis Carrillo M.

Curso: 2025

Fecha: 03/11/2025

1 Introducción

La automatización de procesos ha experimentado una evolución sin precedentes en la última década, impulsada por la convergencia de la Inteligencia Artificial (IA) y la robótica avanzada. Si bien los enfoques tradicionales de automatización han demostrado ser eficaces para tareas estáticas y predecibles, enfrentan limitaciones significativas cuando se aplican a entornos dinámicos que requieren adaptabilidad y toma de decisiones en tiempo real [1, 2]. En este contexto, los Sistemas Multiagentes (SMA) han emergido como un paradigma fundamental para abordar la complejidad de la automatización moderna, permitiendo que entidades autónomas colaboren y se coordinen para ejecutar tareas repetitivas que exceden las capacidades de un sistema monolítico centralizado [3, 4].

Recientemente, la integración de Grandes Modelos de Lenguaje (LLMs) en arquitecturas de agentes ha marcado un hito tecnológico, dotando a los sistemas de capacidades cognitivas avanzadas para la planificación y el razonamiento. La literatura actual destaca cómo estos "agentes generativos" pueden descomponer flujos de trabajo complejos en sub-tareas manejables, asignándolas a agentes especializados en roles como programación, verificación o ejecución [5, 6]. Esta especialización es particularmente relevante en la ingeniería de software y la gestión administrativa, donde los SMA han demostrado reducir drásticamente la intervención humana en la generación de código y la gestión de documentos [7, 8].

Sin embargo, la aplicación de SMA en tareas repetitivas industriales y logísticas presenta desafíos únicos. La coordinación eficiente entre agentes heterogéneos y la interacción humano-máquina siguen siendo áreas críticas de investigación. Estudios recientes proponen marcos de trabajo que integran el Aprendizaje por Refuerzo Multiagente (MARL) y el Control de Aprendizaje Iterativo (ILC) para mejorar la precisión y reducir errores en procesos cíclicos, como el ensamblaje en manufactura o la navegación de flotas de vehículos [9, 10]. Estas técnicas permiten que el sistema "aprenda" de iteraciones previas, optimizando progresivamente su desempeño sin necesidad de reprogramación constante [11].

Además, la transición hacia la Industria 5.0 ha puesto un énfasis renovado en la colaboración humano-agente y la resiliencia de la cadena de suministro. Los SMA no solo deben automatizar tareas físicas o digitales, sino también negociar la asignación de carga de trabajo y garantizar la confianza operativa mediante mecanismos transparentes [12, 13]. La orquestación de sistemas ciberfísicos, como los controladores lógicos programables (PLC) o los gemelos digitales, mediante agentes autónomos, promete una manufactura más flexible y una respuesta más rápida ante interrupciones [14, 15].

Esta revisión sistemática de literatura tiene como objetivo sintetizar los hallazgos más recientes sobre arquitecturas, mecanismos de coordinación y aplicaciones de los SMA en la automatización de tareas repetitivas. Se analizará cómo la evolución desde sistemas basados en reglas hacia agentes cognitivos impulsados por LLMs está redefiniendo los límites de la eficiencia operativa, proporcionando un marco teórico sólido para futuros desarrollos en el campo.

2 Objetivos y planteamiento (Objetivo del MS - Preguntas de Investigación)

Objetivo General: Realizar un mapeo sistemático (MS) que identifique los enfoques, técnicas, métricas y limitaciones relacionados con la aplicación de Sistemas Multiagentes (SMA) para la automatización de tareas repetitivas en diversos contextos operativos.

No.	Actividades comprometidas	Descripción del Logro Alcanzado
1.1	<ul style="list-style-type: none">• Recolección de información de referencias bibliográficas relacionadas con SMA y Automatización.	Identificación de bases conceptuales y estado actual de investigación sobre Sistemas Multiagentes aplicados a tareas repetitivas.
1.2	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de referencias bibliográficas.	Comprensión de enfoques, técnicas, modelos y retos presentes en la literatura.
1.3	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de publicaciones científicas relevantes.	Clasificación de estudios según técnicas, métricas, contextos y hallazgos.
1.4	<ul style="list-style-type: none">• Análisis global crítico.	Interpretación de tendencias, limitaciones y oportunidades de investigación.
1.5	<ul style="list-style-type: none">• Generación del documento del mapeo sistemático.	Síntesis final de resultados y elaboración del reporte científico.
1.6	<ul style="list-style-type: none">• Reuniones semanales con tutor (retroalimentación).	Asegurar el cumplimiento metodológico del MS y la calidad del documento.

Objetivo Específico No 1: Identificar los enfoques arquitectónicos, algoritmos de coordinación y contextos de aplicación más comunes en el desarrollo de Sistemas Multiagentes para la automatización.

No.	Actividades comprometidas	Descripción del Logro Alcanzado
2.1	<ul style="list-style-type: none">• Identificación y clasificación de enfoques y algoritmos utilizados en SMA.• Análisis detallado de métodos y arquitecturas aplicadas.	Elaboración de categorías y taxonomías sobre técnicas de coordinación y negociación en agentes. Generación de una descripción estructurada de métodos, algoritmos y áreas de aplicación utilizados.
2.2		

Objetivo Específico No 2: Analizar las métricas de desempeño, la efectividad reportada y las limitaciones existentes en la implementación de SMA en entornos reales.

No.	Actividades comprometidas	Descripción del Logro Alcanzado

3.1 • Análisis de métricas, limitaciones y vacíos de investigación. 3.2 • Consolidación de conclusiones y tendencias emergentes.	Desarrollo del documento de análisis y discusión basado en los resultados del mapeo sistemático. Identificación de áreas futuras de investigación y mejores prácticas en el uso de SMA.
---	--

Preguntas de Investigación:

La intención de esta investigación se regirá a la pregunta de investigación principal (PI):

PI (Principal): ¿Qué enfoques más comunes se encuentran en los estudios sobre sistemas multi-agentes aplicados a la realización de tareas repetitivas?

La PI busca localizar documentos relevantes sobre el tema propuesto, para lograr este objetivo la PI se divide en sub-preguntas de investigación adaptadas:

PI1: ¿Qué métricas de desempeño se utilizan con mayor frecuencia para evaluar la eficacia de los sistemas multi-agentes en la automatización de tareas repetitivas?

PI2: ¿En qué contexto y área se aplican con mayor frecuencia los sistemas multi-agentes para la realización de tareas repetitivas?

PI3: ¿Qué limitaciones presentan los sistemas multiagentes en entornos empresariales reales?

PI4: ¿Cuáles son las tendencias emergentes en la evolución de los SMA hacia la hiperautomatización?

PI5: ¿Cuál es la escala típica de implementación en términos de número de agentes?

3 Metodología y plan de trabajo

La metodología empleada se basa en la realización de un Mapeo Sistemático (MS), siguiendo lineamientos establecidos por Petersen et al. y Kitchenham para estudios secundarios en ingeniería. El objetivo de esta metodología es clasificar, sintetizar y analizar la evidencia científica relacionada con Sistemas Multiagentes para la Automatización de Tareas Repetitivas. El proceso se organiza en fases, tareas y subtareas específicas:

No. Tareas y/o Subtareas	Descripción	Horas Estimadas
T1 Definición del tema	Delimitación del tema	2
T2 Formulación de preguntas	Establecer las preguntas de investigación para obtener el enfoque	6
T3 Subpreguntas	Establecer las subpreguntas de investigación	6

T4 Formulación de PICOC y cadenas de búsqueda	Construcción de las cadenas siguiendo los criterios PICOC.	6
T4.1 PICOC	Definir población e intervención	2
T4.2 Cadenas de búsqueda	Elaborar y ajustar las cadenas de búsqueda usando la matriz de PICOC	4
T5 Selección de bases de datos indexadas	Identificación de repositorios científicos adecuados (IEEE, Scopus, Science Direct, ACM)	2
T6 Criterios de selección, inclusión y exclusión	Definir criterios de inclusión y exclusión	6
T7 Aplicación de cadenas de búsqueda	Ejecución de búsquedas en cada BDD.	6
T8 Consolidación de artículos	Se genera un archivo Excel con todos los archivos (se eliminan los duplicados)	6
T9 Criterios de selección inicial	Aplicación filtros por título, resumen, keywords	6
T10 Selección de artículos	Revisión detallada de artículos candidatos, se evalúa el texto completo y se verifica que sea un modelo, framework o sistema	6
T11 Matriz de extracción de datos	Diseño y llenado de matriz estructurada.	4
T12 Análisis y síntesis de información	Categorización de técnicas, contextos, métricas y limitaciones.	4
T13 Redacción de materiales y métodos	Redacción detallada de los materiales y metodologías utilizadas para la extracción de datos	6 (Diciembre 2025)
T13.1 Redacción de planificación	Redacción detallada del proceso realizado anteriormente (preguntas y subpreguntas de investigación, bases de datos y criterios de inclusión y exclusión)	3
T13.2 Redacción de la ejecución	Documentar cómo se aplicaron las cadenas de búsqueda, filtros, consolidación y resultados progresivos por base de datos.	3
T14 Redacción de Resultados	Redactar la información relevante que se extrajo de los artículos seleccionados	6 (Diciembre 2025)
T14.1 Técnicas encontradas	Redactar detalladamente las técnicas, algoritmos o enfoques identificados en la literatura.	3
T14.2 Análisis de datos	Adjuntar tablas y figuras de la información y realizar un análisis cuantitativo	3
T15 Redacción de discusiones	Interpretación de resultados, comparación con estudios previos, aportes y limitaciones del estudio.	4 (Diciembre 2025)
T16 Redacción de introducción	Presentar contexto, problema, relevancia, objetivos y enfoque metodológico.	2 (Diciembre 2025)

T17 Redacción de las conclusiones	Síntesis de los aportes, resultados clave y líneas futuras de investigación.	2 (Diciembre 2025)
T18 Redacción del abstract	Redactar el estudio realizado de forma resumida	1 (Diciembre 2025)
T19 Redacción de las palabras claves	Seleccionar términos que caractericen o engloben el estudio realizado	1 (Diciembre 2025)
T20 Redacción del tema	Construcción del título definitivo alineado al contenido real.	1 (Diciembre 2025)
T21 Ubicación y formateo de referencias	Formateo en estilo requerido, verificación cruzada con el documento.	3 (Diciembre 2025)
T22 Revisión final del documento	Corrección de estilo, coherencia, formato y validación de figuras/tablas.	3 (Diciembre 2025)
T23 Publicación / Entrega final	Ensamblar versión final, generar PDF y entregar en plataforma.	1 (Diciembre 2025)

4 Bibliografía inicial

- [1] W. Jin, N. Wang, L. Zhang, X. Tian, B. Shi, y B. Zhao, «A Review of AI-Driven Automation Technologies: Latest Taxonomies, Existing Challenges, and Future Prospects», *Computers, Materials and Continua*, vol. 84, 2025, doi: 10.32604/cmc.2025.067857.
- [2] K. K. H. Ng, C.-H. Chen, C. K. M. Lee, J. R. Jiao, y Z.-X. Yang, «A systematic literature review on intelligent automation: Aligning concepts from theory, practice, and future perspectives», *Advanced Engineering Informatics*, vol. 47, 2021, doi: 10.1016/j.aei.2021.101246.
- [3] K. Sanogo, A. Mekhalef Benhafssa, M. Sahnoun, B. Bettayeb, M. Abderrahim, y A. Bekrar, «A multi-agent system simulation based approach for collision avoidance in integrated Job-Shop Scheduling Problem with transportation tasks», *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 68, 2023, doi: 10.1016/j.jmsy.2023.03.011.
- [4] T. Mina, S. S. Kannan, W. Jo, y B. -C. Min, «Adaptive Workload Allocation for Multi-Human Multi-Robot Teams for Independent and Homogeneous Tasks», *IEEE Access*, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3017659.
- [5] J. He, C. Treude, y D. Lo, «LLM-Based Multi-Agent Systems for Software Engineering: Literature Review, Vision, and the Road Ahead», *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, vol. 34, 2025, doi: 10.1145/3712003.
- [6] B. Wang, L. Zheng, Y. Wang, y Z. Qi, «LLM-based multi-agent task planning for human-robot collaborative assembly balancing operator experience and efficiency», *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 82, 2025, doi: 10.1016/j.jmsy.2025.08.003.
- [7] A. S, R. Sekar, O. K. C U, P. D, y S. M, «Multi-Agent hierarchical workflow for autonomous code generation with Large Language Models», *2025 IEEE International Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science (SCEECS)*, 2025, doi: 10.1109/SCEECS64059.2025.10940635.
- [8] Y. -Z. Xue, Y. -H. Chen, y C. -Y. Lin, «C-Pilot: Accelerating Administrative Workflows in Schools through a Multi-Agent System», *2025 IEEE International Conference on*



Consumer Electronics - Taiwan (ICCE-Taiwan), 2025, doi: 10.1109/ICCE-Taiwan66881.2025.11207894.

- [9] G. Li, Y. Han, T. Lu, D. Chen, y H. Chen, «Iterative Learning Control for Nonlinear Multi-Agent Systems With Initial Shifts», IEEE Access, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3011189.
- [10] N. Zhang, J. Chen, F. Viadero-Monasterio, y H. Zhang, «Iterative Learning Distributed Model Predictive Control for Autonomous Vehicle Platoons With Applications to Repetitive Tasks», IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2025, doi: 10.1109/TITS.2025.3597322.
- [11] M. S. Basingab, «AI-based data-driven framework optimizing smart manufacturing in industrial systems», Journal of Industrial Information Integration, vol. 48, 2025, doi: 10.1016/j.jii.2025.100996.
- [12] G. Contino, R. Cipollone, F. Frattolillo, A. Fanti, N. Brandizzi, y L. Iocchi, «Modeling a Trust Factor in Composite Tasks for Multi-Agent Reinforcement Learning», Proceedings of the 12th International Conference on Human-Agent Interaction, 2024, doi: 10.1145/3687272.3688325.
- [13] L. Xu, S. Mak, Y. Proselkov, y A. Brinrup, «Towards autonomous supply chains: Definition, characteristics, conceptual framework, and autonomy levels», Journal of Industrial Information Integration, vol. 42, 2024, doi: 10.1016/j.jii.2024.100698.
- [14] F. Mo, M. Ugarte Querejeta, J. Hellewell, H. Ur Rehman, M. Illarramendi Rezabal, J. C. Chaplin, D. Sanderson, y S. Ratchev, «PLC orchestration automation to enhance human-machine integration in adaptive manufacturing systems», Journal of Manufacturing Systems, vol. 71, 2023, doi: 10.1016/j.jmsy.2023.07.015.
- [15] J. Chen y Y. Bao, «Multi-agent large language model framework for code-compliant automated design of reinforced concrete structures», Automation in Construction, vol. 177, 2025, doi: 10.1016/j.autcon.2025.106331.

Quispe Stalyn

Toro David

Tapia Danilo

Firma y Nombre de Estudiantes