

GESTION DEL CONOCIMIENTO: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y SU IMPACTO EN LA INGENIERÍA DE SISTEMAS

Karen Andrea Mutis

Valeria Alejandra Alarcón

Anthony Danilo Parra

David Guerrero

ABSTRACT:

In this article, we examine the future of systems engineering in the context of increasing digitalization and the integration of emerging technologies. We detect the relevance of interdisciplinarity to address complex challenges and also explore the crucial role of artificial intelligence (AI), cloud computing and virtualization in the evolution of the future of systems engineering.

In addition, the transformation of the systems engineer towards interdisciplinary collaboration, technological leadership and ethical considerations through their professional growth is analyzed.

This paper also focuses on the evolution of computer systems engineering over time and its adaptation to changing conditions, highlighting self-adaptation as a viable approach. It explores how AI has become a fundamental tool in everyday life, driving the creation of cutting-edge assistant systems and the model-based engineering approach to address multidisciplinary complexity.

RESUMEN:

En el presente artículo, examinamos el futuro de la ingeniería de sistemas en el contexto de la creciente digitalización y la integración de tecnologías emergentes. Detectamos la relevancia de la interdisciplinariedad para abordar desafíos complejos y además exploramos el papel crucial de la inteligencia artificial (IA), la computación en la nube y la virtualización en la evolución del futuro de la ingeniería de sistemas. Además, se analiza la transformación del ingeniero de sistemas hacia la colaboración interdisciplinaria, el liderazgo tecnológico y las consideraciones éticas a través de su crecimiento profesional.

Este trabajo también enfoca la evolución de la ingeniería de sistemas informáticos a lo largo del tiempo y su adaptación a las cambiantes condiciones, destacando la autoadaptación como un enfoque viable. Se explora cómo la IA se ha convertido en una herramienta fundamental en la vida cotidiana, impulsando la creación de sistemas asistentes de vanguardia y el enfoque de la ingeniería basada en modelos para abordar la complejidad multidisciplinaria.

INTRODUCCIÓN:

La digitalización está reconfigurando profundamente nuestra sociedad y la ingeniería de sistemas emerge como una fuerza impulsora para abordar desafíos modernos de gran impacto. Esta disciplina se centra en la integración evolutiva de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, la realidad virtual y aumentada, y el Internet de las cosas. El diseño de sistemas complejos exige una perspectiva interdisciplinaria, donde equipos diversos colaboren para el éxito de muchas herramientas de tecnología y desarrollo .

El futuro del ingeniero de sistemas se entreteje con una colaboración interdisciplinaria aún más profunda, generando soluciones innovadoras y personalizadas en campos tan diversos como la salud, la biotecnología, la energía y el medio ambiente. La intersección de disciplinas se convierte en un pilar esencial para abordar los desafíos globales que enfrentamos en este siglo.

Esta transformación digital constante, caracterizada por la implementación de sistemas inteligentes y la protección de la infraestructura digital, exige una nueva perspectiva sobre la seguridad y la privacidad . Los ingenieros de sistemas se deben caracterizar por ser profesionales éticos, evaluando el impacto de sus creaciones y asegurando un uso responsable de la tecnología .

DESARROLLO:

La digitalización está dejando una marca profunda en diversos sectores de nuestra sociedad, transformando la forma en que interactuamos y operamos en el mundo actual. La ingeniería de sistemas se posiciona como una fuerza impulsora en la solución de los desafíos modernos, forjando líderes preparados para abrazar con audacia el porvenir con innovadoras y adaptables respuestas.[17]. El futuro de la ingeniería de sistemas se centra en la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, la realidad virtual y aumentada, el Internet de las cosas, entre otros relacionado al contexto [30]. En este escenario, ha surgido un desafío intrigante: el diseño y desarrollo de sistemas cada vez más complejos. Ya no basta con una única disciplina de ingeniería; estos sistemas requieren un enfoque interdisciplinario, donde equipos diversos colaboran para enfrentar los desafíos con éxito [18].

Dentro de este panorama, un ámbito de particular interés es la ingeniería de sistemas informáticos de larga duración, en el cual lograr los objetivos en medio de condiciones cambiantes se torna esencial. En este contexto, la autoadaptación ha demostrado ser un enfoque viable para abordar las fluctuaciones dinámicas [27]. Sin embargo, las capacidades de adaptación de un sistema están intrínsecamente vinculadas a su dominio de diseño operativo (ODD), que representa el conjunto de condiciones bajo las cuales el sistema fue originalmente concebido. No obstante, esta limitación impulsa la exploración de soluciones que trasciendan las fronteras impuestas por el ODD [19].

En este emocionante viaje hacia el futuro de la ingeniería de sistemas, emergen tecnologías vanguardistas que están remodelando el panorama, como la Inteligencia Artificial (IA) [29]. Están cada vez más presentes en la vida diaria de los ciudadanos, en las ciudades y en las industrias y estos avances generan grandes cantidades de datos y mejoran las capacidades analíticas que podrían beneficiar a la comunidad en general [28].

En particular, desempeña un papel fundamental al brindar oportunidades para la creación de sistemas asistentes de vanguardia. Además, el enfoque de la ingeniería de sistemas basada en modelos (MBSE) se erige como un pilar crucial para abordar la complejidad multidominal. Esta metodología ha encontrado un terreno fértil en la industria aeroespacial y sigue ganando terreno. La investigación en MBSE abarca una amplia gama de aspectos, desde la evolución de lenguajes hasta la integración digitalizada, promoviendo mejoras sustanciales en la eficiencia y efectividad del proceso [20].

Por otro lado, el paradigma de la computación en la nube ha revolucionado el horizonte de la informática durante la última década y ha permitido el surgimiento de la computación como la quinta utilidad [22]. La nube se ve como la siguiente ola tecnológica para individuos, empresas y gobiernos. Con costos bajos, brinda oportunidades atractivas. Además de reducir gastos operativos, impulsa innovación, nuevos modelos de negocio y mejora la eficacia de usuarios tecnológicos, una mayoría global en aumento. [24].

En este contexto, el impacto de la virtualización basada en contenedores y la tecnología Docker en la evolución de la nube es significativo. La tendencia hacia la adopción de contenedores continuará en ascenso y es altamente probable que la mayoría de las aplicaciones de microservicios se desarrollen utilizando esta tecnología en el futuro [23]. La computación en la nube se presenta como una herramienta valiosa para que las empresas satisfagan la creciente demanda de servicios de tecnología de la información [25].

Dentro de este contexto en constante evolución, la Ingeniería de Sistemas ha experimentado una transformación interna. Ahora, da lugar a subgrupos especializados que actúan como agentes de formación, catalizando la creación de expertos altamente capacitados en diversas áreas. El crecimiento en la complejidad de los sistemas de información en la sociedad del conocimiento ha impulsado la demanda de soluciones sofisticadas, reafirmando la vitalidad y relevancia de esta especialización [21]. La virtualidad está teniendo un impacto significativo en el futuro de la ingeniería de sistemas al proporcionar herramientas y enfoques innovadores que transforman la forma en que se diseñan, implementan y gestionan sistemas complejos [31].

En el siglo actual, el papel del ingeniero de sistemas ha experimentado una transformación radical en consonancia con el imparable avance tecnológico [26]. Lo que permitirá la colaboración con expertos en campos como ciencias de la salud, biotecnología, energía y medio ambiente, generando soluciones innovadoras y personalizadas [1].

En esta línea, la interdisciplinariedad emerge como un pilar fundamental en el futuro del ingeniero informático. Sus funciones estarán cada vez más entrelazadas con otras disciplinas [1]. Esta sinergia también promoverá la integración de la tecnología en múltiples industrias, una estrategia clave para abordar los desafíos globales actuales [2].

Además, la transformación digital sigue siendo una prioridad constante para empresas y organizaciones diversas. En este contexto, los ingenieros informáticos desempeñarán un papel esencial, liderando la implementación de sistemas inteligentes, análisis de datos y seguridad cibernética [3]. Dada la creciente interdependencia de sistemas y la necesidad de enfrentar desafíos tecnológicos complejos, los ingenieros en sistemas liderarán la vanguardia al aplicar sus habilidades en la creación de sistemas avanzados, el aprovechamiento de datos y la protección de la infraestructura digital [32].

En un entorno tecnológico cada vez más ubicuo, la seguridad y la privacidad adquieren una importancia primordial. Los ingenieros informáticos enfrentarán el desafío de desarrollar soluciones robustas para proteger la información y la infraestructura, al mismo tiempo que aseguran un uso ético de la tecnología [4]. El uso ético de la tecnología es esencial para asegurar que las innovaciones tecnológicas se utilicen de manera responsable y beneficiosa para la sociedad en su conjunto, evitando daños y promoviendo un futuro más justo, equitativo y sostenible [33].

Por otro lado, el aprendizaje continuo se presenta como una necesidad ineludible para los ingenieros de sistemas debido al acelerado ritmo de cambio tecnológico. Mantenerse actualizados y relevantes requerirá un compromiso constante con el desarrollo de habilidades técnicas y la adaptación a nuevas herramientas y metodologías [5]. Los ingenieros de sistemas del futuro deberán ser aprendices de por vida, capaces de adaptarse y evolucionar constantemente para enfrentar los desafíos cambiantes de la tecnología [34].

Aunque la automatización y la inteligencia artificial puedan suscitar preocupación en torno a la posible pérdida de empleos, también brindan oportunidades para mejorar la eficiencia y liberar a los ingenieros informáticos de tareas repetitivas [6], permitiéndoles centrarse en actividades más creativas y estratégicas [6].

En el ámbito de la responsabilidad social, los ingenieros informáticos enfrentarán el desafío de equilibrar el progreso tecnológico con consideraciones éticas y sociales. Será crucial que evalúen el impacto de sus creaciones, asegurándose de que las tecnologías sean inclusivas, equitativas y respeten los derechos humanos y la privacidad [7].

A medida que la sociedad avanza hacia una mayor digitalización y conectividad, diversas tecnologías emergentes están moldeando el mundo y transformando la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. En primer lugar, la Inteligencia Artificial (IA) ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años y continuará siendo una fuerza impulsora en el futuro. En este sentido, se espera que las aplicaciones de IA se amplíen en sectores como el cuidado de la salud, la educación, la fabricación y el transporte. Además, la IA conversacional y los asistentes virtuales se volverán más sofisticados, mejorando significativamente nuestra interacción con la tecnología [8] .

Por otro lado, el Internet de las cosas (IoT) seguirá expandiéndose, conectando una amplia gama de dispositivos y sistemas a internet. Esto permitirá una mayor automatización y recopilación de datos en tiempo real, lo que traerá beneficios tanto para las empresas como para los consumidores. No obstante, también surgirán desafíos en términos de seguridad y privacidad que requerirán soluciones sólidas [9] .

En cuanto a la conectividad, la implementación de redes 5G jugará un papel crucial. Esta tecnología mejorará drásticamente la velocidad y la capacidad de conexión, lo que impulsará la adopción de más tecnologías avanzadas [10] . La comunicación ultrarrápida y la baja latencia permitirán aplicaciones como la realidad virtual y aumentada, así como la telemedicina y la conducción autónoma [11] .

La biomedicina y la genómica son áreas en rápido avance, permitiendo tratamientos más personalizados y precisos. La edición genética, la medicina regenerativa y la telemedicina continuarán transformando el panorama de la salud y prolongando la esperanza de vida [12]

En el ámbito de la sostenibilidad, la tecnología tendrá un papel crucial en la lucha contra el cambio climático. Se espera que haya avances significativos en el almacenamiento de energía, la generación de energías renovables y la eficiencia energética, contribuyendo a una transición hacia una sociedad más sostenible.

La tecnología blockchain seguirá siendo relevante en el futuro, extendiendo su aplicación más allá de las criptomonedas [13]. En este sentido, se prevé que la blockchain se use para garantizar la seguridad de los datos, agilizar los procesos de negocio y mejorar la trazabilidad en diversas industrias [14] .

Finalmente, la Realidad Virtual (VR) y la Realidad Aumentada (AR) se integrarán cada vez más en nuestro día a día [15] . Veremos un aumento en el uso de estas tecnologías en áreas como el entretenimiento, la educación, el diseño y la simulación, ofreciendo experiencias más inmersivas e interactivas [16] .

RESULTADOS (COMPARACIONES):

Este conjunto de artículos aborda diversas áreas clave en el ámbito tecnológico y su impacto en la sociedad actual:

En primer lugar, se destaca la importancia de la estandarización en las comunicaciones inalámbricas. Se examina cómo esta estandarización afecta la interoperabilidad y la adopción masiva de tecnologías inalámbricas, considerando su papel fundamental en el desarrollo y despliegue de estas tecnologías.

Además, se explora la fabricación integrada e inteligente, donde se analizan sus perspectivas y habilitadores. La integración de tecnologías como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas y la fabricación aditiva es evaluada por su capacidad para mejorar la eficiencia y la productividad en la fabricación.

Otro artículo se centra en los principios éticos y la gobernanza de la inteligencia artificial en China. Se examinan los desafíos éticos asociados con el desarrollo y la implementación de la IA en China, así como las consideraciones de gobernanza que deben abordarse.

También, se explora el diseño de tecnologías móviles personales para el aprendizaje permanente. Se destaca cómo las tecnologías móviles pueden ser aprovechadas para el aprendizaje en cualquier momento y lugar, resaltando la importancia de diseñar estas tecnologías para satisfacer las necesidades de los estudiantes.

Por otro lado, se aborda la revolución venidera de la inteligencia artificial y su impacto en la sociedad y las empresas. Se examinan las implicaciones de la IA en áreas como el empleo, la educación, la atención médica y la toma de decisiones, reconociendo su influencia en diversos aspectos de la vida.

Por último, se destaca la responsabilidad digital corporativa como un enfoque fundamental. Se explora cómo las empresas pueden asumir la responsabilidad de su impacto en la sociedad digital y cómo enfrentar los desafíos éticos y sociales vinculados a la tecnología, subrayando la importancia de su papel en la sociedad actual.

CONCLUSIONES:

En conclusión, el trabajo examina el futuro de la ingeniería de sistemas en el contexto de la creciente digitalización y la integración de tecnologías emergentes. Se detecta la relevancia de la interdisciplinariedad para abordar desafíos complejos y se explora el papel crucial de la inteligencia artificial (IA), la computación en la nube y la virtualización en la evolución del futuro de la ingeniería de sistemas. Además, se analiza la transformación del ingeniero de sistemas hacia la colaboración interdisciplinaria, el liderazgo tecnológico y las consideraciones éticas a través de su crecimiento profesional. En este sentido, se destaca la importancia de la interdisciplinariedad como pilar fundamental en el futuro del ingeniero informático y la necesidad de la adaptación constante a nuevas herramientas y metodologías. Además, se resalta el papel de la inteligencia artificial, la computación en la nube y la virtualización en la evolución de la ingeniería de sistemas informáticos.

Se hace hincapié en el papel del ingeniero de sistemas como líder en la implementación de sistemas inteligentes, análisis de datos y seguridad cibernética, y se resalta la importancia de la evaluación del impacto de sus creaciones y el uso ético de la tecnología. Finalmente, se discuten las tecnologías emergentes que están remodelando el panorama, como la Realidad Virtual (VR) y la Realidad Aumentada (AR), la Inteligencia Artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT) y la tecnología blockchain, y su impacto en la sociedad en general.

REFERENCIAS:

- [1] National Research Council, *Convergence: Facilitating transdisciplinary integration of life sciences, physical sciences, engineering, and beyond*. National Research Press, 2014.
- [2] D. Bandyopadhyay and J. Sen, "Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization," *Wirel Pers Commun*, vol. 58, no. 1, pp. 49–69, 2011, doi: 10.1007/s11277-011-0288-5.
- [3] Y. Chen, "Integrated and Intelligent Manufacturing: Perspectives and Enablers," *Engineering*, vol. 3, no. 5, pp. 588–595, 2017, doi: 10.1016/J.ENG.2017.04.009.
- [4] W. Wu, T. Huang, and K. Gong, "Ethical Principles and Governance Technology Development of AI in China," *Engineering*, vol. 6, no. 3, pp. 302–309, 2020, doi: 10.1016/j.eng.2019.12.015.
- [5] M. Sharples, "The design of personal mobile technologies for lifelong learning," *Comput Educ*, vol. 34, no. 3–4, pp. 177–193, 2000, doi: 10.1016/s0360-1315(99)00044-5.
- [6] S. Makridakis, "The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms," *Futures*, vol. 90, pp. 46–60, 2017, doi: 10.1016/j.futures.2017.03.006.
- [7] L. Lobschat et al., "Corporate digital responsibility," *J Bus Res*, vol. 122, no. November 2019, pp. 875–888, 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.10.006.

- [8] A. Androutsopoulou, N. Karacapilidis, E. Loukis, and Y. Charalabidis, "Transforming the communication between citizens and government through AI-guided chatbots," *Gov Inf Q*, vol. 36, no. 2, pp. 358–367, 2019, doi: 10.1016/j.giq.2018.10.001.
- [9] E. O'Connell, D. Moore, and T. Newe, "Challenges Associated with Implementing 5G in Manufacturing," *Telecom*, vol. 1, no. 1, pp. 48–67, 2020, doi: 10.3390/telecom1010005.
- [10] D. Mourtzis, J. Angelopoulos, and N. Panopoulos, "Smart manufacturing and tactile internet based on 5g in industry 4.0: Challenges, applications and new trends," *Electronics (Switzerland)*, vol. 10, no. 24, 2021, doi: 10.3390/electronics10243175.
- [11] M. E. Mattson and L. M. Friedman, "Issues in medication adherence assessment in clinical trials of the National Heart, Lung, and Blood Institute," *Control Clin Trials*, vol. 5, no. 4, pp. 488–496, 1984, doi: 10.1016/0197-2456(84)90009-6.
- [12] OMPI, Global Innovation Index 2019. 2019. [Online]. Available: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report#>
- [13] R. Cole, M. Stevenson, and J. Aitken, "Blockchain technology: implications for operations and supply chain management," *Supply Chain Management*, vol. 24, no. 4, pp. 469–483, 2019, doi: 10.1108/SCM-09-2018-0309.
- [14] A. Noor, "Adoption of Blockchain Technology Facilitates a Competitive Edge for Logistic Service Providers," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 23, 2022, doi: 10.3390/su142315543.
- [15] G. Papanastasiou, A. Drigas, C. Skianis, M. Lytras, and E. Papanastasiou, "Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills," *Virtual Real*, vol. 23, no. 4, pp. 425–436, 2019, doi: 10.1007/s10055-018-0363-2.
- [16] A. Nayyar, B. Mahapatra, D. N. Le, and G. Suseendran, "Virtual Reality (VR) & Augmented Reality (AR) technologies for tourism and hospitality industry," *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, vol. 7, no. 2, pp. 156–160, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i2.21.11858.
- [17] G. Kennedy, F. Shirvani, W. Scott and P. Campbell, "Managing Organisational System Evolution Through Model-Based Systems Engineering Approaches," 2020 IEEE International Systems Conference (SysCon), Montreal, QC, Canada, 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/SysCon47679.2020.9275920.
- [18] E. Schröder, R. Bernijazov, M. Foullois, M. Hillebrand, L. Kaiser and R. Dumitrescu, "Examples of AI-based Assistance Systems in context of Model-Based Systems Engineering," 2022 IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE), Vienna, Austria, 2022, pp. 1-8, doi: 10.1109/ISSE54508.2022.10005487.

- [19] D. Weyns and J. Andersson, "From Self-Adaptation to Self-Evolution Leveraging the Operational Design Domain," 2023 IEEE/ACM 18th Symposium on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems (SEAMS), Melbourne, Australia, 2023, pp. 90-96, doi: 10.1109/SEAMS59076.2023.00022.
- [20] Z. Li, G. Wang, J. Lu, D. G. Broo, D. Kiritsis and Y. Yan, "Bibliometric Analysis of Model-Based Systems Engineering: Past, Current, and Future," in IEEE Transactions on Engineering Management, 2022, doi: 10.1109/TEM.2022.3186637.
- [21] Serna, M. E. (2009). La ingeniería de sistemas y su evolución hacia la arquitectura de sistemas. Revista Digital Lámpsakos, No. 2, pp. 96-105.
- [22] R. Buyya et al., "A manifesto for future generation cloud computing," ACM Computing Surveys, vol. 51, no. 5, pp. 1–38, Nov. 2018, doi: 10.1145/3241737.
- [23] S. Singh and N. Singh, "Containers & Docker: Emerging roles & future of Cloud technology," Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Applied and Theoretical Computing and Communication Technology, iCATccT 2016, Jan. 2016, doi: 10.1109/icatccT.2016.7912109.
- [24] Gordon, J. (2010). Exploring the Future of Cloud Computing : Technology-Driven Transformation. Computing.
- [25] R. Ndungi and B. Sugiantoro, "THE FUTURE OF FOG COMPUTING IN KENYA," American Journal of Computing and Engineering, vol. 4, no. 2, pp. 1–9, Nov. 2021, doi: 10.47672/ajce.857.
- [26] Ismailova, Z. K., Khimmataliev, D. O., Kuziiev, N. M., Shabarova, U. N., & Almardonov, O. M. (2020). Formation of a system of methods of technical thinking future engineers. In Journal of Critical Reviews (Vol. 7, Issue 5). <https://doi.org/10.31838/jcr.07.05.161>
- [27] Saputri, T. R. D., & Lee, S. W. (2020). The application of machine learning in self-adaptive systems: A systematic literature review. In IEEE Access (Vol. 8). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3036037>
- [28] Donati, F., Dente, S. M. R., Li, C., Vilaysouk, X., Froemelt, A., Nishant, R., Liu, G., Tukker, A., & Hashimoto, S. (2022). The future of artificial intelligence in the context of industrial ecology. Journal of Industrial Ecology, 26(4). <https://doi.org/10.1111/jiec.13313>
- [29] Köse, U. (2018). Are We Safe Enough in the Future of Artificial Intelligence? A Discussion on Machine Ethics and Artificial Intelligence Safety 7. BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience, 9(2).

[30] Aguilar, Luis Joyanes. Internet de las cosas: Un futuro hiperconectado: 5G, inteligencia artificial, Big Data, Cloud, Blockchain, Ciberseguridad. Alpha Editorial, 2021.

[31] Montes Mora, John Fredy. Ambiente virtual como estrategia para promover el aprendizaje significativo en el curso de ética y filosofía política del Programa Ciencias Políticas de la Universidad del Tolima. 2019.

[32] March Chorda, Isidre. Aproximación comparativa al fenómeno tecnopole: una visión actual. 2020

[33] Hueso, Lorenzo Cotino. Ética en el diseño para el desarrollo de una inteligencia artificial, robótica y big data confiables y su utilidad desde el derecho. Revista catalana de dret públic, 2019, vol. 58, p. 43.

[34] CANEPA, Patricia; ASPAUZA, Patricia Merino. El futuro del trabajo. CONECTA, 2020.