

La interacción hombre-máquina desde la teoría sociotécnica en el contexto del sector servicios

Human-machine interaction from sociotechnical theory in the context of the service sector

Oscar Iván Vasquez-Rivera¹, Sergio Madero-Gómez^{2*}

¹ Departamento de Organización de Empresas, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. ovasquez@ucm.es

^{2*} Departamento de Gestión y Liderazgo, Escuela de Negocios, Tecnológico de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México, CP. 64849. smadero@tec.mx

*Autor de correspondencia

Resumen

Palabras clave:

Automatización;
recursos humanos;
sistemas
sociotécnicos.

En este artículo se analiza la interacción entre humanos y tecnologías digitales en el sector servicios, desde el enfoque de la teoría de sistemas sociotécnicos. A partir de un enfoque metodológico cualitativo se realizó un análisis de una encuesta aplicadas a 46 trabajadores, en la que se examinan tres ejes: la adopción técnica, el rendimiento del sistema sociotécnico y la percepción social frente al uso de tecnologías como la inteligencia artificial y la automatización. Los hallazgos evidencian que el impacto de la tecnología depende de su integración con las dinámicas humanas, culturales y organizacionales. Se identifican tanto beneficios operativos como tensiones adaptativas, especialmente en procesos de robotización y cambio generacional. Finalmente, se plantean recomendaciones para una transformación digital más equilibrada, inclusiva y sostenible, incluyendo la exploración futura de encuestas dirigidas a inteligencias artificiales corporativas.

Abstract

Keywords:

Automation; human
resources;
sociotechnical
systems.

This article examines the interaction between humans and digital technologies in the service sector, using the sociotechnical systems theory as an analytical framework. Using a qualitative methodological approach, an analysis of a survey applied to 46 workers was carried out, where three axes are examined: technical adoption, sociotechnical system performance, and human/social perception of the use of technologies such as artificial intelligence and automation. Findings reveal that the impact of technology depends on its alignment with human, cultural, and organizational dynamics. While operational benefits are observed, the study also identifies adaptive tensions —particularly around robotization and generational shifts. The article concludes with recommendations for a more balanced, inclusive, and sustainable digital transformation, including the novel proposal to survey corporate AI systems in future research.

Recibido: 19 de agosto de 2025

Aceptado: 20 de marzo de 2026

Publicado: 09 de septiembre de 2026

Cómo citar: Vasquez-Rivera, O. I.; & Madero-Gómez, S. (2026). La interacción hombre-máquina desde la teoría sociotécnica en el contexto del sector servicios. *Acta Universitaria*, 36, e4826. doi: <https://doi.org/10.15174/au.2026.4826>

Introducción

En las últimas décadas, el avance acelerado de la tecnología digital ha transformado profundamente la forma en que las organizaciones operan, especialmente en el sector servicios, donde el capital humano y la interacción directa con el cliente son pilares fundamentales. Desde herramientas basadas en la nube hasta inteligencia artificial, las empresas están integrando cada vez más soluciones tecnológicas para optimizar sus procesos, mejorar la productividad y ofrecer servicios más eficientes.

Sin embargo, la incorporación de nuevas tecnologías no ocurre en un vacío. Su impacto depende en gran medida de las personas que las utilizan, de la cultura organizacional que las rodea y de los procesos sociales que facilitan o dificultan su adopción. Estudios muestran que los beneficios esperados de la tecnología pueden verse limitados si no existe una adecuada alineación entre los factores sociales y técnicos en las organizaciones (Shani *et al.*, 1992), es en este punto donde la teoría de sistemas sociotécnicos ofrece un marco analítico valioso. Esta teoría, surgida en los años 50, plantea que el desempeño de un sistema organizacional depende de la interacción equilibrada entre su subsistema técnico (tecnologías, herramientas, procesos) y su subsistema social (personas, estructuras, relaciones), una situación muy similar a la que está sucediendo con la incorporación de nuevas tecnologías en diversos ambientes, ya sean laborales, personales o profesionales.

En esta línea, investigaciones más recientes evidencian que aquellas organizaciones que trabajan simultáneamente en el desarrollo de dimensiones técnicas, sociales y organizativas logran una adopción tecnológica más efectiva y sostenible (Marcon *et al.*, 2022). Es por ello que la relación entre el binomio humano-máquina o persona-tecnología genera el interés de analizar estos temas desde una perspectiva moderna en el siglo XXI.

Analizar la teoría de los sistemas sociotécnicos en la actualidad es importante porque permite comprender y gestionar de mejor manera la interacción que existe entre la tecnología, las personas y la organización del trabajo en contextos que son cada vez más inciertos, complejos, dinámicos y sobre todo digitalizados o en vías de automatización. Esta perspectiva resulta especialmente útil frente a los desafíos que impone la transformación del trabajo, ya que permite integrar simultáneamente los factores humanos, organizativos y tecnológicos en el diseño de sistemas más resilientes (Salmon & Read, 2018). Además, desde una visión sistémica, se ha argumentado que los entornos digitales requieren modelos de intervención flexibles y adaptativos para responder a la complejidad del ecosistema socioeconómico actual (Oosthuizen & Manzini, 2022).

Un sistema sociotécnico es un enfoque que considera que cualquier organización es el resultado de la interacción entre dos sistemas: uno enfocado en aspectos técnicos (maquinaria, *software*, procesos, infraestructura) y otro centrado en aspectos sociales, los cuales incluyen a las personas, las relaciones existentes, la cultura y la estructura organizativa. Esta interacción ha sido ampliamente reconocida como fundamental para el éxito organizacional, ya que la eficacia técnica no puede sostenerse sin una base social robusta (Alter, 2010). La literatura también ha señalado que diseñar organizaciones bajo principios sociotécnicos permite equilibrar la eficiencia operativa con la participación activa de los trabajadores en entornos cambiantes (Pasmore *et al.*, 2018).

La relevancia que tiene este tema en la actualidad se debe principalmente a la transformación digital acelerada que se ha vivido en los últimos años. Con la automatización, inteligencia artificial y nuevas tecnologías, se vuelve esencial buscar un equilibrio entre los avances técnicos y el bienestar humano mediante estrategias de adaptación organizacional. La evidencia sugiere que estos procesos deben considerar el rol activo de las personas en la coevolución con las tecnologías emergentes, más allá de ser simples usuarios (Parker *et al.*, 2025). Asimismo, la digitalización debe analizarse desde una perspectiva sociotécnica para anticipar riesgos estructurales, desigualdades y tensiones laborales (Kopp *et al.*, 2019).

Por otra parte, el diseño del trabajo centrado en las personas ayuda a crear entornos laborales donde el ser humano no sea considerado solo como un engranaje más en toda la organización, sino como un actor activo del sistema. Este enfoque busca mejorar la motivación, la autonomía y la satisfacción laboral, además de la eficiencia y el logro de resultados. En este sentido, se ha propuesto rediseñar los sistemas de trabajo como espacios de colaboración efectiva entre humanos y tecnologías, priorizando la coordinación y la resiliencia organizacional (Behymer & Flach, 2016). Adicionalmente, métodos como PRODEC (Método basado en escenarios y simulación humana al momento del diseño y desarrollo de un sistema sociotécnico) permiten considerar a la máquina como un socio en equipos de trabajo, favoreciendo la corresponsabilidad y la mejora de procesos humanos-tecnológicos (Boy & Morel, 2022).

Analizar los sistemas sociotécnicos permite tomar decisiones más integrales y con un sentido más humano frente a los cambios tecnológicos que se presentan con frecuencia. No se trata solamente de implementar tecnología, automatizar áreas o incluir robots, sino de integrarlos de forma responsable y coherente con las personas, impulsando así una transformación organizacional sostenible. Este tipo de gestión requiere un liderazgo capaz de navegar la complejidad sistémica, articulando aspectos técnicos con dinámicas humanas (Topcu, 2020). Asimismo, la generación de confianza en equipos mixtos con inteligencia artificial depende del diseño transparente y colaborativo de dichos sistemas (Hou, 2021).

Este artículo se propone analizar, desde una perspectiva cualitativa, cómo se manifiesta esta interacción en el sector servicios, a partir de los resultados de una encuesta aplicada a trabajadores de diferentes organizaciones. Las preguntas giran en torno al tipo de tecnologías utilizadas, el impacto percibido en la productividad, la actitud frente a la inteligencia artificial, la convivencia con robots y los cambios observados en la cultura laboral. Esta línea de investigación se vincula con propuestas que recomiendan diseñar sistemas autónomos centrados en las necesidades del usuario para garantizar su adopción efectiva y comprensión funcional (Vorm & Miller, 2020). También, se ha argumentado que la autonomía tecnológica debe contemplar siempre la interdependencia humana para evitar rupturas en la dinámica organizacional (Lawless, 2020).

Mediante el enfoque sociotécnico, esta investigación busca identificar no solo qué tecnologías están vigentes en los centros de trabajo, sino cómo se integran en la dinámica humana del entorno laboral, qué retos presentan y qué oportunidades abren para la gestión del talento. Desde esta visión, la confianza en los sistemas autónomos se convierte en un elemento clave, especialmente si se desea que estos funcionen como compañeros confiables en lugar de sustitutos (Bhattacharyya & Carroll, 2022). Del mismo modo, se ha enfatizado que el rendimiento conjunto entre humanos y tecnologías depende de procesos de entrenamiento mutuo, adaptación continua y diseño compartido (Demir *et al.*, 2019).

Al abordar este análisis, se pretende aportar a la comprensión del equilibrio humano-máquina en el contexto contemporáneo, destacando la importancia de considerar tanto los factores tecnológicos como los sociales en los procesos de transformación digital organizacional. El objetivo principal es comprender cómo se configura la relación humano-máquina desde una perspectiva sociotécnica, utilizando como base la información auto reportada por los participantes.

Sistemas sociotécnicos a comienzos del siglo XXI

La transformación digital que viven las organizaciones actuales requiere marcos analíticos que vayan más allá de la simple incorporación tecnológica. En este contexto, la teoría de sistemas sociotécnicos ofrece una perspectiva integradora que permite analizar la interacción entre las herramientas tecnológicas y los sistemas sociales donde se implementan. Desde su origen en los estudios del Tavistock Institute en el sector minero británico, esta teoría ha evolucionado hasta convertirse en una referencia clave para comprender cómo las organizaciones pueden alcanzar un equilibrio entre eficiencia técnica y bienestar humano.

Su enfoque holístico reconoce que la tecnología no actúa de forma aislada, sino que está inmersa en una red de significados, roles y relaciones sociales que modulan su uso y efectos. Este marco resulta especialmente pertinente para el sector servicios, donde la calidad del desempeño organizacional depende tanto de los recursos tecnológicos como de las capacidades adaptativas y actitudinales del personal que los utiliza.

En el contexto contemporáneo, caracterizado por la digitalización acelerada, la teoría sociotécnica ha cobrado nueva relevancia para comprender la manera en que las tecnologías emergentes —como la inteligencia artificial, los sistemas en la nube y la automatización de procesos— impactan las dinámicas laborales. Lejos de ser una herramienta neutral, la tecnología configura, y es configurada, por las prácticas humanas dentro de los entornos organizacionales. Autores como Carayon (2006) destacan que los sistemas sociotécnicos modernos deben diseñarse considerando no solo la eficiencia técnica, sino también la colaboración, la adaptación continua y la experiencia del usuario en entornos complejos y distribuidos.

En esta línea, Pinhanez (2010) resalta la importancia de reconocer el “rostro humano” de los sistemas de servicio, donde los usuarios esperan interacciones empáticas, personalizadas y culturalmente adecuadas, incluso cuando el mediador es un algoritmo o robot. Más recientemente, Fair (2022) ha argumentado que el paso de la industria 4.0 a industria 5.0 implica precisamente un retorno a un paradigma donde la tecnología debe estar al servicio del bienestar humano, promoviendo sistemas resilientes, inclusivos y sostenibles. Así, la teoría sociotécnica se presenta hoy como una herramienta clave para analizar cómo las organizaciones pueden lograr una integración equilibrada y ética entre las capacidades técnicas de las máquinas y las competencias sociales, emocionales y cognitivas de los trabajadores.

Adopción técnica

La adopción técnica en entornos organizacionales no debe entenderse únicamente como un proceso de implementación de herramientas, sino como una transformación estructural que implica una reconfiguración sociotécnica del trabajo. Desde esta perspectiva, la introducción de tecnologías como inteligencia artificial o sistemas de automatización exige no solo condiciones técnicas adecuadas, sino también un entorno organizativo que facilite su apropiación efectiva. Alter (2022) sostiene que los sistemas con interacciones mixtas humano-máquina requieren una clara definición de roles, propósitos y estructuras para que la tecnología pueda ser integrada de manera coherente con las dinámicas humanas.

Asimismo, Chopra & Singh (2016) introducen el concepto de “protocolos sociales” como estructuras que permiten que los actores humanos comprendan, se adapten y respondan dentro de sistemas tecnológicos cada vez más autónomos, destacando que el diseño de la interacción debe contemplar relaciones de responsabilidad y significado compartido. En contextos como el sector servicios, donde la interacción humana es esencial, la adopción técnica debe garantizar una coherencia entre los objetivos del sistema técnico y los valores del subsistema social, evitando disonancias que generen resistencia, frustración o desmotivación. Así, la literatura coincide en que adoptar tecnología no es solo incorporar dispositivos, también incluye rediseñar las condiciones organizacionales que permiten su integración.

Adaptación y percepción social

Uno de los ejes centrales del enfoque sociotécnico en la actualidad es la capacidad de adaptación del ser humano frente a procesos de robotización, automatización y transformación digital. En el sector servicios, estos procesos implican tanto cambios técnicos como una reconfiguración profunda de las tareas, los roles y las competencias laborales. La teoría sociotécnica sostiene que el éxito de estas transformaciones depende de cómo los trabajadores internalizan, interpretan y resignifican las tecnologías dentro de sus contextos organizacionales. Según Gupta *et al.* (2023), la colaboración efectiva entre humanos e inteligencias artificiales requiere establecer dinámicas de confianza, agencia compartida y aprendizaje mutuo, lo que implica diseñar interacciones centradas en la experiencia humana.

Por su parte, Chuang *et al.* (2024) subrayan que la automatización de tareas operativas está generando brechas de habilidades, especialmente en trabajadores de nivel medio, lo que exige estrategias de *reskilling*¹ y *upskilling*².

Esta visión coincide con las recomendaciones de Taveter (2022), quien plantea que, en un entorno hiperconectado, los trabajadores deben ser vistos no como usuarios externos, sino como elementos integrados en la red sociotécnica, con capacidad de decisión, adaptación y retroalimentación activa sobre el sistema. En consecuencia, la adaptación humana no puede limitarse al uso funcional de nuevas herramientas, también debe ser entendida como un proceso evolutivo que integra dimensiones técnicas, cognitivas, emocionales y organizacionales.

En ese sentido, la percepción social de la tecnología es un componente crítico en los procesos de adaptación organizacional, especialmente en sectores donde el trabajo humano no puede ser fácilmente reemplazado, como el sector servicios. Desde el enfoque sociotécnico, la forma en que los trabajadores interpretan la llegada de nuevas tecnologías —ya sea con entusiasmo, incertidumbre o resistencia— influye directamente en su disposición a adaptarse a ellas. Carayon (2006) advierte que los sistemas sociotécnicos no deben centrarse exclusivamente en el diseño técnico, sino en cómo las personas viven e interpretan los cambios que estos sistemas implican.

¹ Significa aprender algo nuevo, es el desarrollo de nuevas habilidades para enfrentar nuevos retos y una posición diferente; se refiere a un proceso de capacitación/entrenamiento basado en aprender nuevas habilidades, que se podría interpretar como una manera de “reciclar” talento otros puestos.

² Es potenciar o desarrollar habilidades que ya se tienen, es decir, aprender nuevas cosas relacionadas con el puesto actual, basadas en un plan de mejora y actualización de las competencias, enfocándose principalmente en la misma área de trabajo, con la finalidad de mantener la sostenibilidad laboral.

Esta percepción está mediada por variables como la experiencia previa, la cultura organizacional, el grado de autonomía y el nivel de formación. En contextos donde predomina la automatización o la robotización, algunos estudios han mostrado que la aceptación se incrementa cuando los trabajadores se sienten partícipes del proceso de implementación tecnológica. Gupta *et al.* (2023) añaden que la construcción de inteligencia colectiva en sistemas humano-máquina depende en gran medida de la capacidad de generar relaciones colaborativas que promuevan confianza y sentido de pertenencia. Por tanto, la adaptación humana a la tecnología no es un proceso automático; al contrario, es una experiencia subjetiva, influida por el entorno social, las emociones y las narrativas organizacionales que acompañan el cambio técnico.

Rendimiento del sistema sociotécnico

El rendimiento del sistema sociotécnico se entiende como el resultado de una interacción armónica entre el componente técnico y el componente social. En teoría, cuando ambos subsistemas están alineados, se obtienen beneficios mutuos que incrementan la productividad, la satisfacción laboral y la eficiencia organizacional. No obstante, la literatura reciente muestra que estos beneficios no se alcanzan automáticamente con la sola implementación tecnológica.

De hecho, varios estudios evidencian que las tensiones entre humano y máquina son frecuentes cuando los cambios técnicos no consideran adecuadamente el contexto social. Gorman *et al.* (2010) advierten que la sobredependencia en soluciones tecnológicas puede deteriorar la capacidad adaptativa del sistema si los mecanismos de coordinación y aprendizaje humano no se fortalecen simultáneamente. Igualmente, Chopra & Singh (2016) señalan que muchos sistemas informáticos no fracasan por defectos técnicos, sino porque sus protocolos sociales —los acuerdos, responsabilidades y relaciones humanas— no están bien definidos ni sostenidos en la práctica.

Aun así, cuando se logra una integración cuidadosa, el rendimiento organizacional mejora de manera significativa. El estudio de Turnley *et al.* (2017), por ejemplo, demuestra que los sistemas de seguridad que incorporan modelos de interacción humano-tecnología aumentan su capacidad de respuesta y eficiencia, al equilibrar precisión técnica con criterio humano. En resumen, el rendimiento óptimo no depende únicamente de la calidad de la tecnología, sino de cómo se articula con las competencias humanas, la estructura organizativa y las condiciones reales de uso.

Desde sus inicios en la década de 1950, la teoría de sistemas sociotécnicos se desarrolló a partir de estudios pioneros en el ámbito industrial, particularmente en las minas de carbón británicas, donde los investigadores del Tavistock Institute evidenciaron que los cambios tecnológicos solo eran eficaces si se acompañaban de transformaciones en las estructuras sociales del trabajo (Trist & Bamforth, 1951). En este contexto, la teoría puso énfasis en el diseño conjunto de los sistemas técnicos y sociales, proponiendo que ambos deben ser considerados de manera integrada para alcanzar un rendimiento óptimo y sostenible.

Este enfoque fue adoptado ampliamente en la industria manufacturera, especialmente en el diseño de líneas de producción y modelos de trabajo en equipo, así como en las experiencias del modelo escandinavo de semi-autonomía. Durante las décadas siguientes, la aplicación de los sistemas sociotécnicos en el sector industrial evolucionó con la introducción de tecnologías digitales, sistemas de control computarizados y automatización. El enfoque se centró en garantizar la eficiencia operativa sin sacrificar la participación y el bienestar de los trabajadores.

En contextos como la industria automotriz, la minería, la manufactura avanzada o la producción flexible, los diseños sociotécnicos ayudaron a minimizar tensiones laborales, aumentar la productividad y facilitar la adopción de nuevas tecnologías (Clegg, 2000; Pasmore *et al.*, 1982). A pesar de ello, incluso en estos entornos, el énfasis seguía siendo predominantemente estructural, con intervenciones orientadas a rediseñar funciones y relaciones dentro de sistemas productivos cerrados y altamente controlados.

En contraste, la aplicación del enfoque sociotécnico en el sector servicios sigue siendo incipiente y poco explorada, a pesar del crecimiento exponencial de tecnologías digitales, automatización cognitiva e inteligencia artificial en entornos no industriales. A diferencia de los sistemas industriales, los servicios implican una alta carga de interacción humana, emocional y simbólica, lo cual exige una reinterpretación del equilibrio sociotécnico desde dimensiones más flexibles, adaptativas y colaborativas (Cardoso *et al.*, 2023). Este estudio busca contribuir a esta área emergente al aplicar la teoría de sistemas sociotécnicos al análisis de relaciones humano-máquina en entornos de servicios contemporáneos, donde el trabajo ya no se define por máquinas físicas, sino por plataformas digitales, flujos de datos y transformación cultural (Imran *et al.*, 2021).

Materiales y métodos

Con lo planteado anteriormente, surgió una pregunta que es conveniente analizar y reflexionar en esta investigación: ¿Cuál es la percepción que se tiene de la relación humano-máquina en el aspecto de los sistemas sociotécnicos del sector servicios en México para comienzos del siglo XXI? Este estudio se enmarcó en un enfoque cualitativo de corte interpretativo, orientado a explorar las percepciones, emociones y experiencias de trabajadores del sector servicios frente al uso de tecnologías digitales en sus entornos laborales.

La muestra estuvo conformada por 46 trabajadores de diversas organizaciones del sector servicios localizadas en México, seleccionados de una base de datos más amplia. Se filtraron únicamente las respuestas correspondientes al sector "Servicios". Esta segmentación permitió centrar el análisis en un tipo de actividad económica en la que la interacción humana es central y, por tanto, altamente sensible a los procesos de digitalización y automatización.

Datos de los participantes

La Tabla 1 muestra los datos sociodemográficos de la muestra. Esta se compuso mayoritariamente por personas de género masculino, nacidas entre los años 1981 y 1995, lo que indica una población adulta joven, en un rango de edad de 30 a 44 años. En términos de experiencia laboral, predominaron aquellos con más de 10 años de trayectoria, lo que sugirió un perfil consolidado y con conocimiento profundo de su entorno organizacional. La mayoría de los encuestados se desempeñaron en áreas distintas a las categorías tradicionales (administración, tecnología, etc.), agrupadas bajo la opción "otra área", lo que evidenció la diversidad de funciones dentro del sector servicios. Además, una proporción significativa trabajó en empresas grandes, lo que supuso una mayor exposición a procesos estructurados de transformación digital. Finalmente, el nivel jerárquico más frecuente corresponde al de supervisión o jefatura, indicando que gran parte de los participantes ocupó posiciones intermedias con capacidad de decisión e influencia sobre procesos tecnológicos y humanos en sus organizaciones.

Tabla 1. Descripción sociodemográfica de la muestra.

	n	Porcentaje
Género		
Masculino	29	63.0%
Femenino	17	37.0%
Año de nacimiento		
Gen Z (después de 1995)	6	13.0%
Gen Y (entre 1981 a 1995)	28	60.9%
Gen X (entre 1964 a 1980)	12	26.1%
Experiencia laboral		
Menos de 1 año	1	2.2%
Entre 1 y 5 años	7	15.2%
Entre 6 y 10 años	13	28.3%
Más de 10 años	25	54.4%
Nivel Jerárquico en la Empresa		
Emprendedor / Propietario	4	8.7%
Gerencial	9	19.6%
Supervisor o Jefatura	20	43.5%
Profesionista	11	23.9%
Operativo	2	4.4%
Tamaño de Empresa		
Menos de 100 trabajadores	14	30.4%
Entre 101 y 250 trabajadores	11	23.9%
Entre 251 y 500 trabajadores	4	8.7%
Más de 500 trabajadores	16	34.8%
No puedo responder	1	2.2%
Total	46	100%

Fuente: Elaboración propia.

Instrumento

Se aplicó una encuesta estructurada que incluyó cuatro preguntas, específicamente diseñadas para explorar cuatro dimensiones clave a través de cada pregunta: 1) Tipo de tecnología utilizada en el trabajo, 2) Impacto percibido en la productividad, 3) Actitudes y sentimientos frente a la inteligencia artificial y robotización, y 4) Respuesta de las personas frente al uso de la tecnología.

Procedimiento y análisis

La base fue importada al *software* Atlas.ti, herramienta especializada en análisis cualitativo, lo que permitió codificar y examinar los textos abiertos de forma sistemática. El análisis se realizó mediante codificación temática abierta e inductiva, basada en los principios de la teoría de sistemas sociotécnicos. Esta codificación permitió identificar categorías emergentes vinculadas tanto al subsistema técnico (uso de herramientas digitales, automatización, inteligencia artificial) como al subsistema social (percepción, emociones, adaptación, cultura organizacional).

Además del análisis temático, se realizó un análisis de coocurrencias que permitió identificar la frecuencia con la que dos o más códigos aparecen simultáneamente en el mismo fragmento de texto. Esto ayudó a reconocer relaciones significativas entre categorías como, por ejemplo, la asociación entre "robotización" y "sentimientos de utilidad" o entre "automatización" y "resistencia al cambio".

Como parte de la presentación de resultados, los fragmentos textuales representativos se citan entre comillas, seguidos de un número entre paréntesis que identifica al participante correspondiente (por ejemplo: "La tecnología ha facilitado mi trabajo" (12)). Este recurso permite conservar la trazabilidad de las voces individuales dentro del análisis colectivo.

Este enfoque múltiple permitió categorizar el contenido y comprender las relaciones profundas entre los elementos del sistema sociotécnico, dando lugar a una lectura densa y contextualizada de las experiencias laborales frente al avance tecnológico.

Resultados

El análisis de las respuestas revela una gran diversidad en las tecnologías empleadas por los trabajadores del sector servicios. La adopción varía desde herramientas básicas hasta sistemas más sofisticados, reflejando diferentes niveles de madurez digital dentro de las organizaciones.

Adopción técnica

Algunos participantes reportan el uso de tecnologías ampliamente difundidas, como el almacenamiento en la nube y plataformas de colaboración. Otros mencionan herramientas más especializadas asociadas a inteligencia de negocios y automatización, como es el caso de quienes indicaron lo siguiente: "BigQuery, Power BI, Looker Studio, Tableau, Matillion" (3, 19, 21, 24); "Automatización, ERP, Chatbot" (9, 34, 46); "Microsoft, Azure, SQL Server, Archimate, Drawio, JIRA, entre otras" (12, 28); "...salesforce, success factor" (20) y "Machine learning, Inteligencia Artificial" (20, 23, 24, 31, 33, 34, 37, 38).

Un grupo reducido hace referencia explícita a robotización, lo que sugiere una incorporación incipiente de tecnologías más disruptivas en algunos entornos: "Utilizamos robots automatizados" (5, 8, 13). También se identifican respuestas que aluden a componentes físicos del sistema técnico (*hardware*), como: "Hardware de apoyo, computadoras y tablets" (7, 42); "Sistemas de gestión de inventarios, celulares, laptops, sensores de temperatura automatizados" (36, 44).

Estos discursos muestran que la adopción técnica en el sector servicios no responde a una estrategia única, sino que está condicionada por factores como el tamaño de la organización, la función del empleado, el nivel jerárquico y el propósito de uso de la tecnología. En general, se evidencia una tendencia hacia la integración de herramientas que permiten automatizar procesos, facilitar la colaboración remota y generar información analítica para la toma de decisiones.

Rendimiento del sistema conjunto

El análisis de los discursos de los participantes muestra que la incorporación de tecnologías digitales ha tenido un impacto sustancial en el rendimiento de las organizaciones del sector servicios. Sin embargo, dicho impacto se expresa tanto en términos de beneficios tangibles como de tensiones emergentes asociadas a la automatización y cambios organizacionales. Los códigos de mayor frecuencia y flujo dentro del análisis son eficiencia, reducción de tiempo, productividad, agilidad y mejora, lo que refleja que los trabajadores perciben que la tecnología está facilitando los procesos operativos, optimizando tiempos y fortaleciendo la toma de decisiones.

Estas percepciones positivas quedan reflejadas en afirmaciones como: "Permite que la información esté disponible y accesible en la nube, lo cual facilita el trabajo remoto" (1); "Ayuda a mejorar procesos internos y externos" (2); "Ayuda a automatizar el acceso a los datos, a la toma de decisiones y a la eficiencia operativa" (3); "El impacto es agilidad" (4); y "Positivo, ya que los tiempos de atención se minimizan" (5).

Estos resultados sugieren que el componente técnico ha logrado fortalecer el desempeño organizacional, generando beneficios operativos que favorecen la agilidad, la toma de decisiones, el trabajo remoto y la optimización de recursos.

No obstante, de forma complementaria, el análisis muestra también la presencia de códigos vinculados a automatización, riesgos, control, errores y desventajas que, si bien tienen menor frecuencia, representan áreas de tensión sociotécnica dentro del sistema. Estas tensiones surgen, sobre todo, en torno a la automatización de procesos que podrían reemplazar funciones humanas y a los riesgos de dependencia de los sistemas automatizados: "Robots para automatizar actividades de los procesos" (8); "Hay riesgos de depender completamente de los sistemas" (16).

Estas respuestas permiten observar que el impacto positivo de la tecnología en la productividad no es automático ni homogéneo. Aunque las herramientas tecnológicas claramente mejoran la eficiencia operativa, la forma en que se integran en el tejido humano de la organización es lo que determina su verdadero valor sociotécnico. La teoría de sistemas sociotécnicos advierte que un sistema solo alcanza su máximo rendimiento cuando existe un ajuste mutuo entre el subsistema técnico (tecnología) y el subsistema social (personas, cultura, estructuras). Cuando este ajuste no se logra, los beneficios técnicos pueden verse atenuados por efectos colaterales como la resistencia al cambio, la desmotivación o la pérdida de sentido del trabajo.

Algunas respuestas sugieren que la automatización y el uso de robots han sido introducidos más como sustitutos que como complementos del trabajo humano, lo que genera un riesgo de desalineación entre los objetivos de productividad y las necesidades de los trabajadores. Tal es el caso de la afirmación: "Robots para automatizar actividades de los procesos" (8), que, aunque breve, sugiere una lógica de eficiencia basada en la reducción de la intervención humana.

Adaptación y percepción social

El vínculo entre los trabajadores y las tecnologías emergentes —especialmente la inteligencia artificial y los robots— está mediado por factores como la edad, la cultura organizacional, la experiencia previa y la narrativa institucional del cambio. Las respuestas muestran una gama de actitudes que va desde la aceptación entusiasta hasta la indiferencia o la adaptación forzada.

Los encuestados perciben de forma positiva la incorporación de la tecnología, destacando eficiencia, facilidad y adaptación como los sentimientos más recurrentes. Varios participantes destacan que la tecnología optimiza los procesos y agiliza el trabajo, además de que facilita el desarrollo del trabajo: "En mi organización, es una herramienta útil que optimiza procesos" (6); "Excelente, me permite mucha facilidad para desarrollar mi trabajo" (14); "Muy bien. Facilita análisis dentro de la consultoría" (24); "Mayor estandarización y agilidad en los procesos" (28).

Algunos participantes indican que están en un proceso de incorporar la tecnología a su rutina laboral: "Me siento en proceso de adaptación" (5); "Bien, pronto será nuestro día a día" (38); "Me siento bien, cada vez lo adapto más como herramienta de trabajo" (46).

Por otra parte, expresan que la tecnología genera motivación para aprender y trabajar, así como que se ha convertido en una herramienta que puede dar seguridad y reducir riesgos: "Me siento muy motivado porque nos permite desarrollar más rápido" (20); "Motivada para seguir aprendiendo para implementarlo" (33); "En realidad daría confianza, para evitar riesgos" (41). Mientras tanto, otros expresan simplemente sentirse bien con su uso: "Siento que es una herramienta útil" (2); "Me siento muy bien" (23); "Bien, hay que verlo como una ayuda" (34).

En lo que respecta a las evidencias de sentimientos negativos asociados con la interacción con inteligencia artificial y la automatización de procesos, los participantes reflejan experiencias desfavorables, percepciones de limitación en la comunicación, frustración y preocupaciones sobre el trabajo.

Varios encuestados indican que tuvieron experiencias negativas con la automatización de procesos y la interacción con la IA: "No he tenido buenas experiencias con robot para interacción de servicio al cliente. En procesos de integración o automatización de procesos no he tenido buenos resultados. Con las IAs en proyecto de extracción de información e identificación de patrones para modelos analíticos" (30).

También se evidencia frustración y miedo a la sustitución: "No me gusta, es frustrante" (15); "Actualmente el uso de robots es para reemplazo de operadores..." (32).

Las diferentes respuestas que genera el uso de la tecnología resaltan como primera instancia la adaptación, aunque con diferencias entre diversas generaciones. Los trabajadores jóvenes muestran mayor disposición, mientras que los mayores presentan más retos: "Se están adaptando las personas al uso de nuevas herramientas" (2); "Se están integrando muy bien" (3); "Para las personas que tienen una edad superior es difícil adaptarse al uso de la tecnología" (6); "Los más jóvenes se están adaptando rápidamente al cambio, los mayores les está costando" (23); "Se están adaptando, son generaciones de los llamados nativos digitales" (36).

Aunque la mayoría de las respuestas apuntan hacia procesos de adaptación y transformación positiva, también emergen barreras importantes relacionadas con el uso cotidiano de la tecnología. Estas dificultades están asociadas tanto a factores generacionales como a la falta de capacitación y a los desafíos de incorporar nuevas herramientas digitales en rutinas laborales ya establecidas.

Algunas personas identifican que los trabajadores mayores presentan más resistencia o complicaciones al enfrentar los cambios tecnológicos, especialmente cuando estos implican un aprendizaje acelerado o una modificación en los procedimientos habituales. Además, en varios casos, se hace explícita la necesidad de apoyo externo para superar estas barreras, como se expresa en los siguientes testimonios: "Para las personas que tienen una edad superior es difícil adaptarse al uso de la tecnología" (6); "Algunos tienen dificultades con el mismo, sin embargo, se están planteando asesorías" (7); "Las personas tienen problemas para los cambios, principalmente en cumplir en el procedimiento correcto para la ayuda de IA" (13); "Están aprendiendo, adaptándose a las nuevas tecnologías, pero a algunos les ha costado un poco más" (19); "Están en proceso de adaptación algunos, otros aún presentan dificultades" (24).

Por otra parte, en menor medida, los encuestados manifiestan que el uso de tecnología ha impulsado procesos de aprendizaje y actualización continua. Se reconoce también la necesidad de asesorías para facilitar la incorporación de nuevas herramientas: "Algunos tienen dificultades con el mismo, sin embargo, se están planteando asesorías" (7); "En el área en que laboro, que es de TI, se visualiza un gran crecimiento en el uso de nuevas tecnologías y la demanda de personas que tienen que actualizar con las nuevas tecnologías" (16).

Algunos participantes resaltan que el uso de tecnologías ha contribuido a mejorar la productividad y ha generado transformaciones en la forma de trabajar: "Se está transformando la manera de trabajar con el uso de las nuevas tecnologías" (20); "Están siendo más productivas" (29); "Son más productivas en la mayoría de los casos, sólo algunos lo ven como desventaja" (34).

Así mismo, algunos trabajadores muestran una actitud positiva frente a los cambios tecnológicos, expresando entusiasmo, motivación y disposición para aceptarlos como parte natural de su entorno laboral: "Están entusiasmadas por cómo esta puede facilitar su trabajo" (19); "Las personas lo ven como una ventaja ya que hace más fácil el trabajo" (26); "Se han tenido que adaptar, muchas personas han aceptado y utilizado la tecnología como una herramienta de trabajo" (30).

Las tecnologías no solo están cambiando procesos, sino también promoviendo culturas de innovación y resolución autónoma de problemas, aunque estas menciones fueron menos frecuentes: "Las personas están desarrollando habilidades de resolución de problemas gracias a la tecnología" (14); "Ha permitido innovación y resolución de retos organizacionales" (20).

Así mismo, algunos encuestados mencionan que las herramientas tecnológicas facilitan entornos más flexibles y fortalecen la toma de decisiones, aunque estos beneficios no son mencionados de forma mayoritaria: "La tecnología permite tomar decisiones de manera rápida y precisa" (9); "El acceso a la información y automatización ha dado mayor flexibilidad a las tareas" (33). En algunos casos, se reconoce que el uso de tecnología ha permitido no solo actualizar conocimientos, sino también capitalizar la experiencia, combinando la sabiduría profesional con herramientas digitales: "Se combina la experiencia con el uso de nuevas herramientas para mejores resultados" (27); "Los trabajadores buscan actualizarse para no quedar rezagados" (40).

En conjunto, estos testimonios reflejan que la percepción social de la tecnología y la adaptación humana no son procesos unidimensionales. La tecnología puede ser vista como un facilitador, como un desafío o incluso como una amenaza implícita. Desde la mirada sociotécnica, esto refuerza la necesidad de que las organizaciones no solo implementen tecnología, sino que generen entornos de acompañamiento, capacitación y diálogo, donde las personas puedan resignificar su rol.

Discusión

Los resultados muestran que la adopción de tecnología en el sector servicios se da en múltiples niveles, desde herramientas básicas de comunicación hasta sistemas avanzados como inteligencia artificial o *software* de automatización. Esta variedad refleja una transformación digital que no es uniforme, sino que responde a los recursos, cultura y objetivos de cada organización.

Desde el enfoque sociotécnico, la adopción técnica no puede evaluarse de forma aislada, ya que su efectividad depende del grado en que se alinea con las prácticas sociales y organizacionales. Alter (2022) sugiere que las tecnologías con interacción humano-máquina requieren un rediseño estructural que defina nuevos roles y propósitos compartidos. Por otro lado, Pinhanez (2010) subraya la necesidad de que estas tecnologías mantengan una "cara humana" en servicios orientados al cliente, donde la interacción es parte esencial del valor generado.

Además, la literatura reciente destaca que, en entornos digitales, la adopción tecnológica debe involucrar activamente a los usuarios desde el diseño, para evitar fricciones posteriores. Winby & Mohrman (2018) plantean un enfoque de diseño sociotécnico digital en el que el sistema técnico y el sistema social se co-diseñan en el ecosistema organizacional, en lugar de imponerse.

Los resultados de este estudio también coinciden con lo planteado por Mumford (2000), quien señala que un diseño participativo es fundamental para que las personas se apropien de la tecnología, en lugar de resistirla. Topcu (2020), por su parte, enfatiza que los sistemas sociotécnicos requieren una comprensión dinámica y sistémica de la organización, donde los cambios tecnológicos se aborden de manera iterativa, incluyendo a todos los actores involucrados.

En este sentido, la percepción generalizada de que la tecnología mejora la productividad se matiza al analizar cómo se integran estas herramientas en las prácticas cotidianas. Aunque la mayoría menciona beneficios operativos (agilidad, automatización, eficiencia), también emergen señales de tensión, especialmente cuando la automatización es percibida como sustitución.

Estos beneficios coinciden con el principio sociotécnico de complementariedad funcional, donde la tecnología potencia el desempeño humano sin sustituirlo (Carayon, 2006; Winby & Mohrman, 2018). Este patrón es consistente con la literatura reciente que advierte sobre los riesgos de reversión sociotécnica, en donde un exceso de automatización puede generar desajustes, pérdida de control o reducción de la agencia humana (Fischer *et al.*, 2023; Gorman & Cooke, 2010).

Suvalova *et al.* (2021) también advierten que el uso de IA puede modificar las dinámicas de poder en las organizaciones y alterar las formas en que los empleados se relacionan con sus tareas, lo cual puede generar tensiones psicológicas si no se acompaña de un rediseño sociotécnico adaptativo. En línea con esto, Oosthuizen & Manzini (2022) argumentan que el uso de tecnologías inteligentes debe ser contextualizado culturalmente para lograr efectos sostenibles.

En consecuencia, el rendimiento del sistema sociotécnico observado en este estudio refleja una relación funcional pero aún frágil, que requiere de ajustes constantes para sostener un equilibrio efectivo entre subsistemas técnico y social. Como señala Fernández-Jimeno (2025), los sistemas sociotécnicos exitosos son aquellos que logran adaptaciones recíprocas y flexibles en el tiempo.

Respecto a la percepción social, se identificó una gama diversa de emociones, desde entusiasmo hasta incertidumbre o preocupación. Tal como señala Vial (2019), la transformación digital no es neutral, está profundamente influenciada por factores culturales, generacionales y estructurales. En este estudio se observó que la adaptación no es homogénea y que los trabajadores con menos familiaridad tecnológica o de mayor edad presentan mayores dificultades.

La aceptación tecnológica, como indican López-Nicolás & Meroño-Cerdán (2011), no puede imponerse, sino que debe construirse a través de procesos organizacionales que promuevan participación, formación y agencia individual. Los resultados dan cuenta de que la relación humano-tecnología debe gestionarse como un proceso de diseño sociotécnico permanente, donde el rediseño de tareas, la comunicación y el acompañamiento son clave.

Este estudio aporta una mirada actualizada del enfoque sociotécnico en un sector (servicios) que tradicionalmente ha sido menos estudiado desde esta perspectiva. Si bien el modelo se desarrolló en contextos industriales, su aplicación aquí revela que los principios de equilibrio entre lo técnico y lo social están vigentes. Sin embargo, se requiere adaptarlos a nuevas realidades como la inteligencia artificial, el trabajo remoto y la automatización inteligente. Tal como señalan Winby & Mohrman (2018), el diseño sociotécnico debe evolucionar hacia formas más integradas, donde las personas sigan teniendo agencia y voz frente al cambio tecnológico.

Conclusiones

Este estudio ha permitido comprender cómo se configura la relación entre personas y tecnología en el sector servicios desde una perspectiva sociotécnica. A partir del análisis cualitativo de los discursos de trabajadores, se identificaron tres ejes clave: la adopción técnica, el rendimiento del sistema conjunto y la adaptación y percepción social. En todos los casos, se evidenció que la tecnología no actúa de forma aislada, sino que su valor y efectos emergen de la forma en que se integra con las dinámicas humanas, organizacionales y culturales.

Desde el eje de adopción técnica, se observó una implementación creciente de herramientas digitales —desde plataformas colaborativas hasta sistemas de automatización e inteligencia artificial—, aunque con distintos niveles de profundidad y estrategia. Este hallazgo refuerza la necesidad de promover procesos de co-diseño sociotécnico, en los que las decisiones tecnológicas se tomen considerando activamente la estructura social en la que se insertan.

En cuanto al rendimiento del sistema sociotécnico, si bien la mayoría de los participantes perciben beneficios operativos y productivos, también emergen tensiones vinculadas a la automatización de tareas humanas. Esto sugiere que un enfoque centrado exclusivamente en la eficiencia técnica puede generar efectos colaterales indeseados si no se acompaña de procesos de ajuste, formación y comunicación que sostengan el equilibrio entre los subsistemas.

El análisis de la adaptación y percepción social revela una diversidad de actitudes ante el cambio tecnológico, determinadas por factores como la edad, la experiencia previa y la narrativa institucional. Las experiencias positivas se asocian con entornos que promueven el aprendizaje continuo, el acompañamiento y la participación, lo que confirma los postulados clásicos de la teoría sociotécnica sobre la centralidad del componente humano en la sostenibilidad del cambio.

Se puede observar que la teoría promueve la colaboración entre diversas disciplinas como ingeniería, psicología organizacional, sociología y la gestión empresarial, lo cual es clave para abordar problemas complejos, resultando relevante que el estudio de los sistemas sociotécnicos tenga una perspectiva multidisciplinar. Además, hay que mencionar que un diseño sociotécnico bien logrado contribuye a la sostenibilidad económica, social y ambiental en el mediano plazo.

Aunque la presente investigación se concentró en empresas localizadas en la zona metropolitana de Monterrey y en la Ciudad de México, los resultados indican algunas reflexiones relacionadas con la interacción entre las personas en sus lugares de trabajo y la tecnología. Asimismo, como todos los trabajos de investigación, también se presentan algunas limitaciones, entre las que se pueden destacar que los resultados mostrados no pueden ser generalizados a toda la población ni a todas las organizaciones, independientemente del contexto sectorial o regional en que se encuentran.

Finalmente, como proyección para futuras investigaciones, se propone incorporar nuevas perspectivas metodológicas cuantitativas, cualitativas y mixtas, como la realización de encuestas directamente a sistemas de inteligencia artificial corporativa, con el fin de explorar cómo estos sistemas "perciben" o procesan su rol en la interacción humano-máquina. Aunque esta línea aún es emergente y requiere consideraciones éticas y técnicas específicas, podría ofrecer una visión complementaria y provocadora sobre la evolución de los sistemas sociotécnicos contemporáneos.

Con base en estos hallazgos, se proponen las siguientes recomendaciones prácticas para organizaciones del sector servicios que busquen integrar tecnologías de manera más equilibrada:

1. Diseñar procesos participativos de adopción tecnológica, donde los trabajadores estén involucrados desde etapas tempranas para fomentar la apropiación y confianza.
2. Equilibrar eficiencia técnica con sostenibilidad humana, asegurando que la automatización no implique pérdida de sentido ni sobrecarga emocional.
3. Fortalecer competencias digitales intergeneracionales, mediante programas de formación diferenciados y mentoría entre pares.
4. Implementar sistemas de seguimiento sociotécnico, que evalúen tanto indicadores técnicos como sociales (motivación, carga mental, sentido del rol).
5. Humanizar la automatización, promoviendo tecnologías empáticas, transparentes y comprensibles en su lógica de funcionamiento.
6. Explorar el "diálogo digital" con sistemas de IA, como nueva vía para comprender cómo estas tecnologías representan su propia función en la organización.

En conjunto, estas propuestas buscan promover una transformación digital más ética, inclusiva y efectiva, reafirmando que el éxito de los sistemas tecnológicos modernos no depende solo de su diseño técnico, sino del grado en que reconocen y valoran la complejidad del sistema humano en el que se insertan.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias

- Alter, S. (2010). Design spaces for sociotechnical systems. *European Conference on Information Systems (ECIS)*, 10. <https://aisel.aisnet.org/ecis2010/10/>
- Alter, S. (2022). *Requirements engineering for sociotechnical systems that may include mixed initiative interactions between humans and machines*. RESOSY 2021 – First International Interdisciplinary Workshop on Requirements Engineering for Sociotechnical Systems [En línea], San Francisco, USA. <https://ceur-ws.org/Vol-3107/paper1.pdf>
- Behymer, K. J., & Flach, J. M. (2016). From autonomous systems to sociotechnical systems: designing effective collaborations. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 2(2), 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2016.09.001>
- Bhattacharyya, S., & Carroll, M. (2022). Editorial: Assuring trustworthiness of autonomous systems as intelligent and ethical teammates. *Frontiers in Robotics and AI*, 9, 1004094. <https://doi.org/10.3389/frobt.2022.1004094>
- Boy, G. A., & Morel, C. (2022). The machine as a partner: human-machine teaming design using the PRODEC method. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 73(1), 15–30. <https://doi.org/10.3233/WOR-220268>
- Carayon, P. (2006). Human factors of complex sociotechnical systems. *Applied Ergonomics*, 37(4), 525–535. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2006.04.011>
- Cardoso, J. L. F. P., Rhodes, D. H., & Rebentisch, E. (2023). Enterprise digital transformation using a sociotechnical system approach. *INCOSE International Symposium*, 33(1), 448–462. <https://doi.org/10.1002/iis2.13032>
- Chopra, A. K., & Singh, M. P. (2016). From social machines to social protocols: software engineering foundations for sociotechnical systems. *Proceedings of the 25th International Conference on World Wide Web*, 903–913. <https://doi.org/10.1145/2872427.2883018>
- Chuang, S., Shahhosseini, M., Javaid, M., & Wang, G. G. (2024). Machine learning and AI technology-induced skill gaps and opportunities for continuous development of middle-skilled employees. *Journal of Work-Applied Management*, 18(1), 95–109. <https://doi.org/10.1108/jwam-08-2024-0111>
- Clegg, C. W. (2000). Sociotechnical principles for system design. *Applied Ergonomics*, 31(5), 463–477. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00009-0](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00009-0)
- Demir, M., McNeese, N. J., & Cooke, N. J. (2019). The evolution of human-autonomy teams in remotely piloted aircraft systems operations. *Frontiers in Communication*, 4, 50. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2019.00050>
- Fair, N. (2022, 23-24 de marzo). *Industry 5.0 and sociotechnical theory: theoretical underpinnings*. Proceedings of the Workshop of I-ESA '22, Valencia, España. [En línea]. <https://ceur-ws.org/Vol-3214/WS5Paper4.pdf>
- Fernández-Jimeno, N. (2025). How sociotechnical systems adapt to change: reproductive imaginaries in the co-production of assisted reproductive technologies. *Science & Technology Studies*, 38(2), 41–59. <https://doi.org/10.23987/sts.120660>
- Fischer, L., Wunderlich, N., & Baskerville, R. (2023). Artificial intelligence and digital work: the sociotechnical reversal. *Proceedings of the 56th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. <https://doi.org/10.24251/hicss.2023.027>
- Gorman, J. C., Cooke, N. J., & Salas, E. (2010). Preface to the special issue on collaboration, coordination, and adaptation in complex sociotechnical settings. *Human Factors*, 52(2), 143–146. <https://doi.org/10.1177/0018720810372386>
- Gupta, P., Nguyen, T. N., González, C., & Woolley, A. W. (2023). Fostering collective intelligence in human-AI collaboration: Laying the groundwork for COHUMAIN. *Topics in Cognitive Science*, 17(2), 189–216. <https://doi.org/10.1111/tops.12679>
- Hou, M. (2021). *Enabling trust in autonomous human-machine teaming*. IEEE International Conference on Autonomous Systems (ICAS), Montreal, Canada. <https://doi.org/10.1109/ICAS49788.2021.9551153>

- Imran, F., Shahzad, K., Butt, A., & Kantola, J. (2021). Digital transformation of industrial organizations: toward an integrated framework. *Journal of Change Management*, 21(4), 451–479. <https://doi.org/10.1080/14697017.2021.1929406>
- Kopp, R., Dhondt, S., Hirsch-Kreinsen, H., Kohlgrüber, M., & Preenen, P. (2019). Sociotechnical perspectives on digitalisation and Industry 4.0. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, 16(3), 219–236. <https://doi.org/10.1504/IJTTC.2019.099896>
- Lawless, W. F. (2020). Quantum-like interdependence theory advances autonomous human-machine teams (A-HMTs). *Entropy*, 22(11), 1227. <https://doi.org/10.3390/e22111227>
- López-Nicolás, C., & Meroño-Cerdán, Á. L. (2011). Strategic knowledge management, innovation and performance. *International Journal of Information Management*, 31(6), 502–509. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2011.02.003>
- Marcon, É., Soliman, M., Gerstlberger, W., & Frank, A. G. (2022). Sociotechnical factors and Industry 4.0: an integrative perspective for the adoption of smart manufacturing technologies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(2), 259–286. <https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2021-0017>
- Mumford, E. (2000). A socio-technical approach to systems design. *Requirements Engineering*, 5, 125–133. <https://doi.org/10.1007/PL00010345>
- Oosthuizen, R., & Manzini, D. (2022). Systems thinking for the digital economy: a sociotechnical perspective. *The South African Journal of Industrial Engineering*, 33(3), 262–273. <https://doi.org/10.7166/33-3-2801>
- Parker, S. K., Ballard, T., Billingham, M., Collins, C., Dollard, M., Griffin, M. A., Johal, W., Jorritsma, K., Kowalkiewicz, M., Kyndt, E., Lusher, D., McLennan, C., Miller, T., Neal, A., Paterson, J. M., Vetere, F., & Walsh, T. (2025). Quality work in the future: new directions via a co-evolving sociotechnical systems perspective. *Australian Journal of Management*, 51(2), 1–27. <https://doi.org/10.1177/03128962251331813>
- Pasmore, W., Francis, C., Haldeman, J., & Shani, A. (1982). Sociotechnical systems: a North American reflection on empirical studies of the seventies. *Human Relations*, 35(12), 1179–1204. <https://doi.org/10.1177/001872678203501207>
- Pasmore, W., Winby, S., Mohrman, S. A., & Vanasse, R. (2018). Reflections: sociotechnical systems design and organization change. *Journal of Change Management*, 19(2), 67–85. <https://doi.org/10.1080/14697017.2018.1553761>
- Pinhanez, C. (2010). *Designing the interaction with service systems*. Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries. <https://doi.org/10.1145/1878450.1878494>
- Salmon, P. M., & Read, G. J. M. (2018). Using principles from the past to solve the problems of the future: human factors and sociotechnical systems thinking in the design of future work. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 28(6), 277–280. <https://doi.org/10.1002/hfm.20777>
- Shani, A. B., Grant, R. M., Krishnan, R., & Thompson, E. (1992). Advanced manufacturing systems and organizational choice: sociotechnical system approach. *California Management Review*, 34(4), 91–111. <https://doi.org/10.2307/41166705>
- Suvalova, T. V., Ashurbekov, R. A., & Suvalov, O. S. (2021). Digital transformation of new employee adaptation processes. En E. G. Popkova, V. N. Ostrovskaya & A. V. Bogoviz (eds.), *Socio-economic systems: paradigms for the future*, 1071–1080. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56433-9_112
- Taveter, K. (2022). *First International Interdisciplinary Workshop on Requirements Engineering for Sociotechnical Systems (RESOSY 2021)*. [En línea]. <https://ceur-ws.org/Vol-3107/preface.pdf>
- Topcu, T. G. (2020). *Management of complex sociotechnical systems* [Tesis doctoral]. Virginia Tech Digital Archives. <https://techworks.lib.vt.edu/handle/10919/97844>
- Trist, E. L., & Bamforth, K. W. (1951). Some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting: an examination of the psychological situation and defences of a work group in relation to the social structure and technological content of the work system. *Human Relations*, 4(1), 3–38. <https://doi.org/10.1177/001872675100400101>
- Turnley, J., Wachtel, A., Muñoz-Ramos, K., Hoffman, M., Gauthier, J., Speed, A. E., & Kittinger, R. (2017). *Modeling human-technology interaction as a sociotechnical system of systems*. 2017 12th System of Systems Engineering Conference (SoSE), Waikoloa, HI, USA. <https://doi.org/10.1109/SYSE.2017.7994934>

- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: a review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Vorm, E. S., & Miller, A. D. (2020, 19-24 de julio). *Modeling user information needs to enable successful human-machine teams: designing transparency for autonomous systems*. 14th International Conference, AC 2020, Copenhagen, Denmark. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50439-7_31
- Winby, S., & Mohrman, S. A. (2018). Digital sociotechnical system design. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 54(4), 399–423. <https://doi.org/10.1177/0021886318781581>