



Title: Innovation in knowledge transmission in the Mexican metal-mechanic industry: Practices and lessons from three strategic sectors

Authors: Bareño-Ramos, Enoc and Delgado-Torres, Claudia Lizethe

ROR Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Saltillo • 0009-0006-0866-5105 • 2121589

ROR Tecnológico Nacional de México /Tecnológico de Nuevo León • LSK-6566-2024 • 0009-0008-6070-441X • 444029

Editorial label RINOE: 607-8695

BRINOE Control Number: 2025-01

BRINOE Classification (2025): 121225-0001

RNA: 03-2010-032610115700-14

Pages: 11

RINOE-México

Park Pedregal Business. 3580,
Anillo Perif., San Jerónimo
Aculco, Álvaro Obregón,
01900 Ciudad de México, CDMX,
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: RINOE-México S.C.
E-mail: contact@rinoe.org
Facebook: RINOE-México S. C.
X: [@Rinoe_México](https://twitter.com/Rinoe_México)

www.rinoe.org

SECIHTI classification:

Area: Social Sciences

Field: Economic Sciences

Discipline: Economics of Technological Change

Subdiscipline: Technology and Social Change

Holdings

Mexico	Peru
Bolivia	Taiwan
Cameroon	Western
Spain	Sahara

Introducción

Este estudio analiza cómo se transmite el conocimiento técnico en la industria metalmecánica mexicana, especialmente en tres sectores estratégicos: automotriz, aeroespacial y de enseres domésticos

- El sector manufacturero en México representa el **18.5 % del PIB** y concentró el 47.9 % de la inversión extranjera directa (2016–2020) MFTA 2021
- **Factores críticos:** alta rotación de personal, relocalización de líneas productivas, automatización acelerada.

La transmisión del conocimiento técnico no es solo un proceso operativo: es una de las estrategias principales para que México mantenga su **competitividad industrial** en un contexto global de cambio tecnológico y relocalización productiva.



Fuente: MFAT (2021); Huamaní et al. (2024); González-Varona et al. (2021); García-García et al. (2024).

Pregunta de reflexión

- *¿Qué prácticas innovadoras permiten capturar, transferir y aplicar conocimiento técnico en la industria metalmecánica mexicana, y cuáles son sus impactos organizacionales?*



Metodología

PASO 1: ANÁLISIS DOCUMENTAL

Revisión sistemática para el marco teórico y contextual



PASO 2: ESTUDIO DE CASOS

Análisis de experiencias en sectores estratégicos de la industria metalmeccánica



PASO 3: COMPARACIÓN ESTRUCTURAL

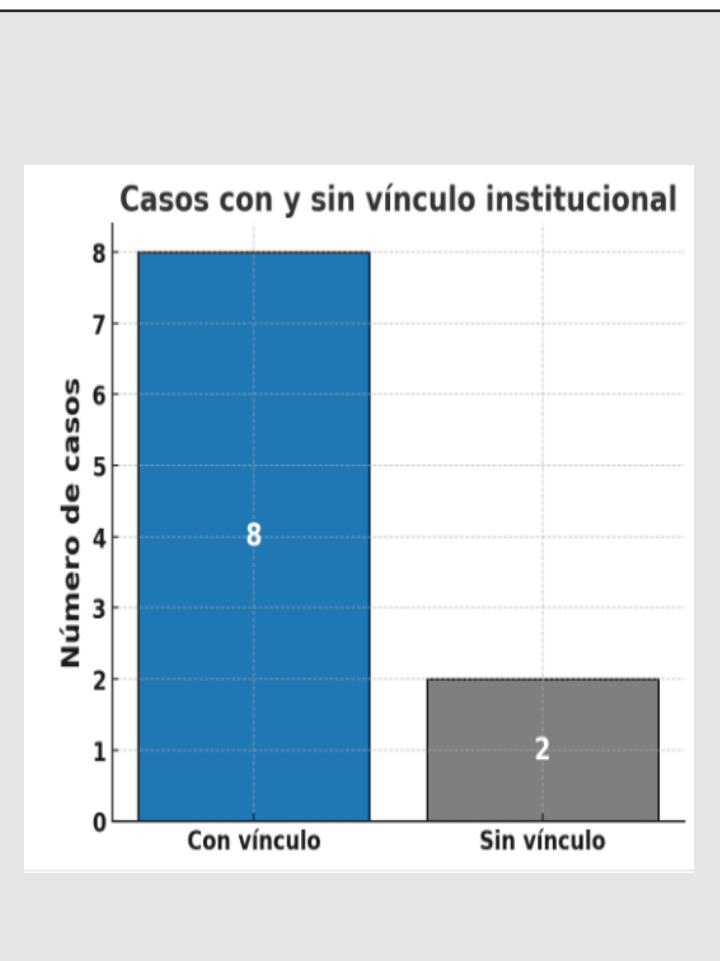
Identificación de patrones comunes, diferencias clave y prácticas replicables



Resultados

Vínculo institucional en la transferencia de conocimiento técnico

Vínculo	Empresa / Sector	Aliado institucional	Tipo de aliado
✓ SI	Safran Querétaro (Aeroespacial)	UNAQ (Universidad Aeronáutica de Querétaro)	Universidad / Formación dual
	Zodiac / Meggitt (Aeroespacial)	Clúster Aeroespacial de Querétaro	Clúster industrial
	Whirlpool Celaya (Enseres domésticos)	UTM (Universidad Tecnológica de México)	Universidad / Formación por competencias
	Mabe (Enseres domésticos)	Universidad Mabe (iniciativa corporativa vinculada con SEP)	Universidad corporativa
	Nemak (Automotriz)	CENALTEC y Tecnológico de Monterrey	Centro de formación técnica / Universidad
	Quimmco (Automotriz)	CENIDET (Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico)	Centro tecnológico
	Metalsa (Automotriz)	QAD Universidad / ITESM	Universidad corporativa / Alianza académica
✗ NO	Pymes Sonora (Multisectorial)	Universidad de Sonora, cámaras industriales	Universidad / Red empresarial
	Rassini (Automotriz)	Innovación interna	—
	CONNECT4 (Automotriz)	Innovación tecnológica in-house	—

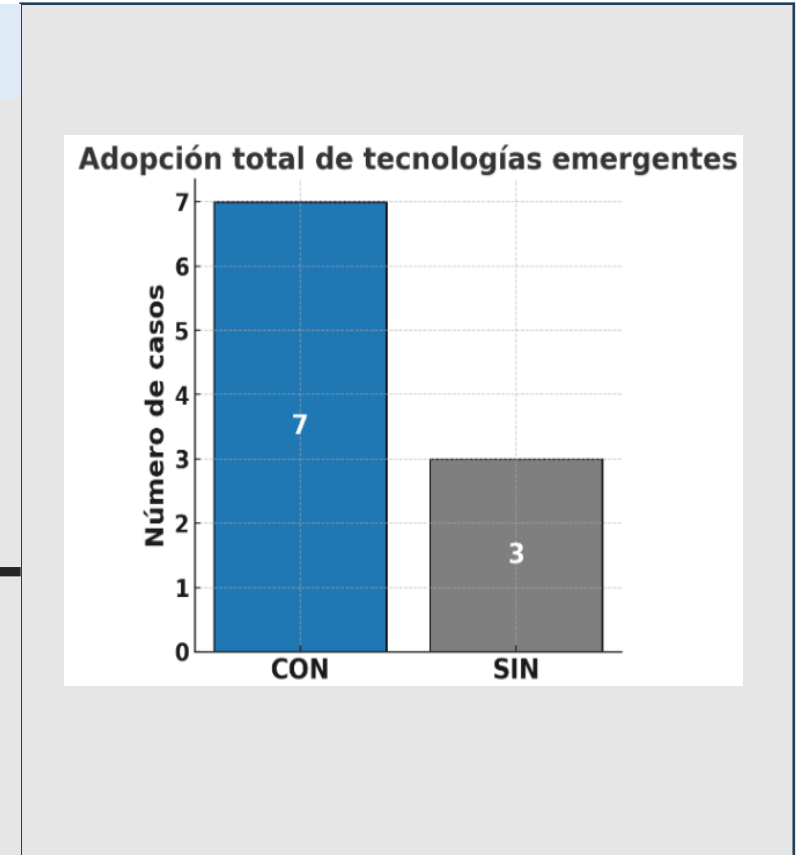


El 80 % de los casos fueron impulsados por universidades, centros tecnológicos o clústeres regionales, confirmando que los ecosistemas colaborativos son un motor clave en la transmisión del conocimiento técnico en México.

Resultados

Empresas y tecnologías emergentes aplicadas

Tecnología emergente	Empresa / Sector	Tecnologías utilizadas
✓ SI	Nemak (Automotriz)	IA (Inteligencia Artificial), DT (Digital Twins)
	Rassini (Automotriz)	IA (predictiva), WCM digital
	Quimmco (Automotriz)	RA (Realidad Aumentada), Simuladores digitales
	Metalsa (Automotriz)	LMS (Learning Management System), QAD digital
	CONNECT4 (Automotriz)	RA (Realidad Aumentada), RV (Realidad Virtual), DT (Gemelos Digitales)
	Whirlpool (Enseres domésticos)	WCM digital, FPCO en plataforma
	Mabe (Enseres domésticos)	Universidad corporativa + simuladores digitales
✗ NO	Safran Querétaro (Aeroespacial)	Formación dual, certificación AS9100
	Zodiac / Meggitt (Aeroespacial)	Mentoría técnica, estandarización
	Pymes Sonora (Multisectorial)	Redes colaborativas, repositorios básicos

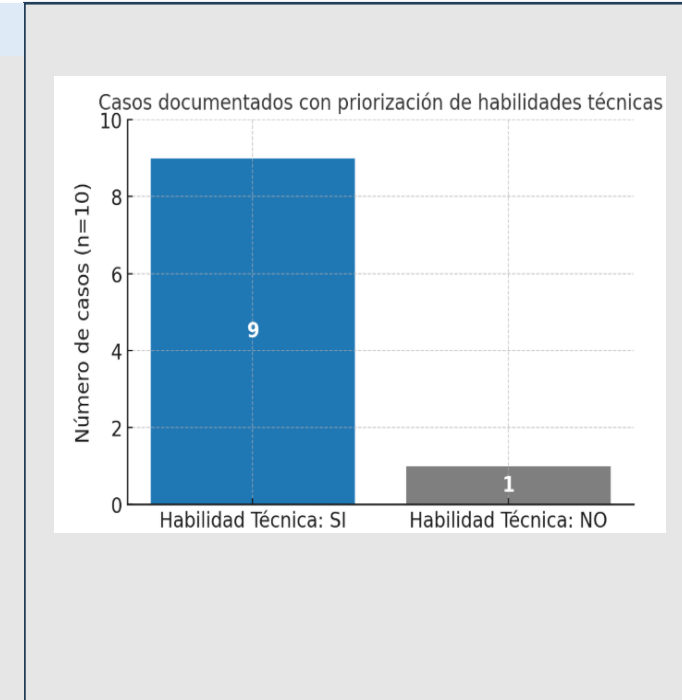


El **70 % de los casos involucraron tecnologías emergentes** como gemelos digitales, realidad aumentada, plataformas LMS o inteligencia artificial aplicada, lo que respalda las propuestas de Briseño (2021) y Fraser (2023), quienes destacan la función habilitadora de estas tecnologías en la innovación industrial.”

Resultados

Competencias técnicas priorizadas

Habilidad técnica	Empresa / Proyecto	Competencia, proceso técnico	Ejemplo representativo
SI	Nemak (Automotriz)	Fundición de aluminio	Colada y control de solidificación
	Rassini	Fundición	Preparación de molde y vertido
	iDIGIT4L – CIDAUT	Maquinado CNC	Operación de torno/fresa CNC (retrofitting)
	Safran Querétaro / UNAQ	Metrología dimensional	Uso de CMM / calibración de equipos
	Siemens México	Automatización industrial	Integración de líneas / PLC-HMI
	CONNECT4 (Automotriz)	Mantenimiento industrial	Procedimientos mecánico-eléctricos
	Whirlpool México	Ensamble de línea	Montaje y pruebas funcionales
	GE-MABE	Ensamble de electrodomésticos	Sub-ensambles y verificación
NO	Metalsa	Soldadura estructural	GMAW / celdas robotizadas
	Pymes Sonora	— Redes de aprendizaje	Aprendizaje colaborativo sin especialización técnica formal



El **90 % de los casos priorizaron competencias técnicas específicas** como operación de maquinaria avanzada, interpretación de planos CAD, uso de interfaces digitales y dominio de normativas certificables, validando así modelos de profesionalización técnica y gestión del conocimiento como los planteados por Nonaka y Takeuchi (1995).”

Resultados

Contribución de la cultura organizacional de colaboración

CULTURA	Empresa / Proyecto	Ejemplo representativo
SI ✓	Whirlpool Celaya	Mentoría interna y WCM
	CONNECT4 (Automotriz)	Co - Aprendizaje RA/RV
	Pymes Sonora (redes)	Aprendizaje colaborativo entre pares
	Metalsa	Comunidades de práctica virtuales
	Safran-UNAQ	Formación dual y certificación
NO X	Nemak	Fundición avanzada documentada
	Rassini	Estandarización procesos de fundición
	iDIGIT4L – Cidaut	Retrofitting CNC con gemelos digitales
	Siemens México	Gemelos digitales en capacitación
	GE-MABE	Certificación CONOCER y LMS

Casos con cultura organizacional de colaboración

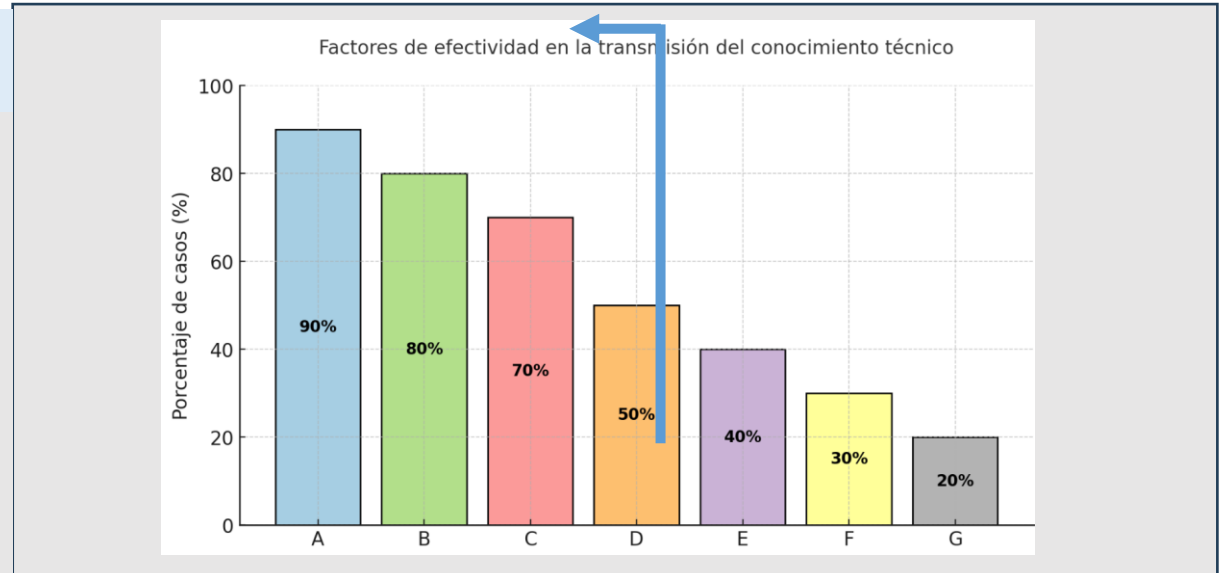
CULTUR	Número de casos (n=10)
SI ✓	5
NO X	5

El análisis muestra que, aunque el 50 % de los casos documentados resaltaron la cultura organizacional de colaboración, este factor resulta significativo: porque se fortalece la retención, el intercambio y la escalabilidad del conocimiento. Esto evidencia que la colaboración actúa como multiplicador de efectividad, al transformar el conocimiento individual en un recurso compartido.

Resultados

Factores que se requieren para la Innovación en la GC

Código	Factor identificado	% Contribución
A	Profesionalización técnica estructurada	90 %
B	Articulación institucional	80 %
C	Tecnología como habilitador	70 %
D	Cultura colaborativa	50 %
E	Participación de proveedores y redes externas	40 %
F	Aprendizaje empírico / innovación frugal	30 %
G	Brechas territoriales / resistencia cultural	20 %



El análisis de los diez casos documentados muestra que la innovación en la transmisión del conocimiento técnico ocurre principalmente mediante:

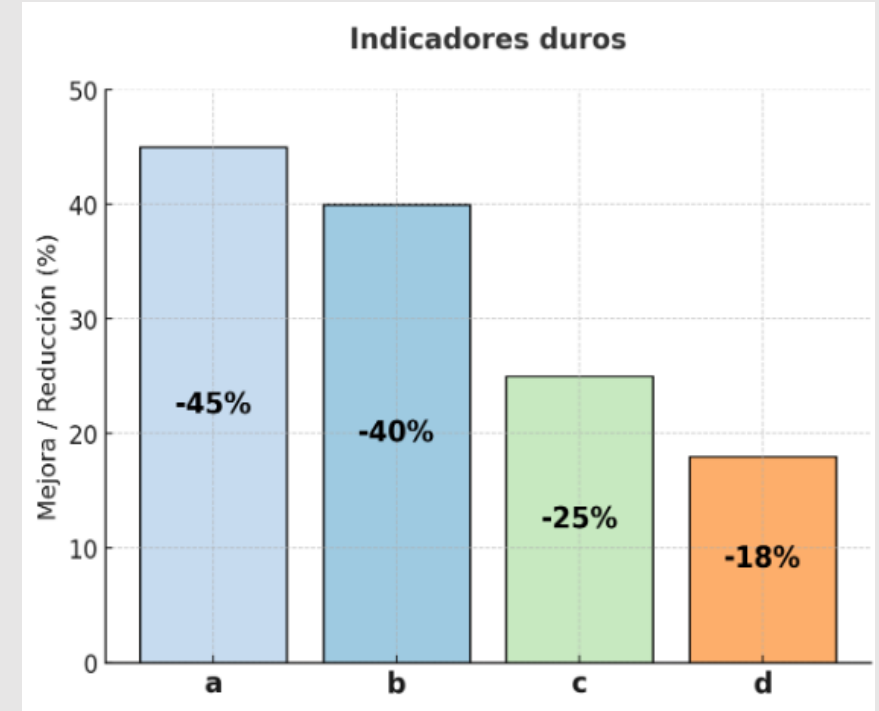
- La profesionalización de competencias técnicas **(90 %)**,
- Reforzada por la articulación institucional con universidades y clústeres **(80 %)**,
- El uso de tecnologías emergentes como RA/RV, LMS y gemelos digitales **(70 %)**,
- La cultura organizacional colaborativa **(50 %)**.

Factores adicionales como la participación de proveedores **(40 %)**, el aprendizaje empírico o frugal **(30 %)** y las brechas territoriales **(20 %)** también influyen, aunque de manera menos significativa.

Resultados

Efectividad

Tipo	Cod.	Empresa	Indicador mejorado	Evidencia / Medición
Duro / Operativo	a	Whirlpool Celaya	Tiempo de entrenamiento	-45 % (22 → 12 días)
	b	Quimmco	Curva de aprendizaje	-40 %
	c	Nemak	Errores en arranques	-25 %
	d	Metalsa, Rassini	Scrap / reprocesos	-15 % / -18 %
Blando / GC	e	Safran-UNAQ, Whirlpool, Mabe	Certificaciones técnicas	AS9100; >1,500 competencias CONOCER certificadas
	f	Metalsa, Nemak	LMS (Learning Management System)	Metalsa: 350 módulos activos; Nemak: LMS global con 7 DT
	g	Nemak, Pymes Sonora	Retención del conocimiento	Manuales de experto, repositorios; redes colaborativas



La efectividad en la transmisión del conocimiento técnico se evidencia tanto en indicadores duros —reducciones de hasta **45 %** en tiempos de entrenamiento, **40 %** en curvas de aprendizaje, **25 %** en errores de arranque y **18 %** en scrap— como en indicadores blandos —certificaciones técnicas, LMS y retención del conocimiento— que aseguran sostenibilidad en el largo plazo. Esta combinación demuestra que la innovación en la gestión del conocimiento genera beneficios operativos medibles y al mismo tiempo fortalece las capacidades organizacionales.

Conclusiones

- La innovación en la transmisión del conocimiento técnico no depende solo de tecnologías emergentes, sino de la **articulación con universidades, clústeres** y la profesionalización interna de las **empresas**.
- Los casos analizados confirman patrones replicables, como la **formación dual, el uso de plataformas digitales y la cultura de mejora continua**, que fortalecen la sostenibilidad del conocimiento en entornos industriales complejos.
- Existen *asimetrías sectoriales y territoriales*: mientras que automotriz y aeroespacial muestran ecosistemas maduros, muchas pymes carecen de estructuras formales para sistematizar aprendizajes.
- Las lecciones extraídas ofrecen una base para **diseñar políticas públicas y estrategias empresariales** que aseguren la continuidad de competencias técnicas críticas en México.

INNOVACIÓN EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO TÉCNICO



Industria Metalmeccánica en México



Más que tecnología

Vinculación con universidades, clústeres productivos y procesos de profesionalización interna



Patrones replicables

Formación dual
Plataformas digitales
Cultura de mejora continua



Brechas estructurales

Asimetrías entre sectores: industria automotriz y aeroespacial vs. PYMES sin estructura formal



Hacia políticas y estrategias

Lecciones para fortalecer competencias críticas y sostenibles

Referencias

- **García-García, R., Pérez, L., & Cañibano, E. (2024).** *Sustainability of technical talent through digital learning platforms in manufacturing.* *Journal of Manufacturing Systems.* Retrieved from: : <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2024.03.005>
- **González-Varona, J. M., García, A., & Núñez, A. (2021).** *Industrial knowledge transfer through digital twins in Siemens México.* *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 354–373. Retrieved from: : <https://doi.org/10.3926/jiem.3421>
- **Huamaní, J., Flores, C., & Ramírez, P. (2024).** *Innovación en la transmisión del conocimiento técnico en empresas industriales latinoamericanas.* *Revista de Innovación y Tecnología.* Recuperado de: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.12345>
- **Ministry of Foreign Affairs and Trade (MFAT). (2021).** *Mexico: Trade and investment report 2016–2020.* Government of New Zealand. Retrieved from: : <https://www.mfat.govt.nz/assets/Mexico-Trade-Investment-Report.pdf>
- **Simonazzi, A., Caroli, E., & Lucidi, F. (2021).** *Industrial policies and global value chains: Restructuring in automotive, aerospace and electronics.* *Structural Change and Economic Dynamics*, 56, 238–251. Retrieved from: : <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.11.003>



RINOE®

© RINOE-Mexico

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BRINOE is part of the media of RINOE-Mexico., E: 94-443.F: 008- (www.rinoe.org/booklets)