

Año 27 No. 98
Abril-Junio, 2022



Año 27 No. 98

Abril-Junio, 2022

Revista Venezolana de Gerencia



UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ)
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Centro de Estudios de la Empresa

ISSN 1315-9984

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES

COMO CITAR: Ruiz-Ruiz, M. F., Díaz-Garay, B. H., y Noriega-Aranibar, M. T. (2022). Gestión e investigación en ingeniería: revisión sistemática de literatura para Iberoamérica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(98), 597-618. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.98.14>

Universidad del Zulia (LUZ)
Revista Venezolana de Gerencia (RVG)
Año 27 No. 98 2022, 597-618
ISSN 1315-9984 / e-ISSN 2477-9423



Gestión e investigación en ingeniería: revisión sistemática de literatura para Iberoamérica

Ruiz-Ruiz, Marcos Fernando*
Díaz-Garay, Bertha Haydeé**
Noriega-Aranibar, Maria Teresa***

Resumen

La investigación-acción, proveniente de las ciencias sociales, es una metodología participativa y aplicable a cualquier problema de gestión empresarial. No obstante, es poco conocida en ingeniería. Esta investigación desarrolla la revisión sistematizada de 48 artículos publicados en *Scopus* y la *Web of Science* entre los años 2000 y 2020 por investigadores adscritos a instituciones iberoamericanas que desarrollaron experiencias y prácticas de investigación-acción en contextos vinculados a la ingeniería. El objetivo fue describir las características de dicha producción académica y de su implementación. Los resultados revelan que Brasil y España lideran el uso de la investigación-acción en Iberoamérica, siendo predominante en el área de la ingeniería informática, de software y de sistemas de información. La investigación-acción se presenta con fuerte participación de los mismos investigadores; quienes observan la situación problemática, proponen acciones, reflexionan y evalúan el sistema para comenzar un nuevo ciclo de trabajo. La revisión concluye que, el incipiente uso de la investigación-acción, ha resultado exitoso para la ingeniería y que existe la consecuente posibilidad de ser replicada en otras áreas afines a la gestión y administración empresarial.

Palabras clave: investigación-acción; revisión de literatura; ingeniería; gestión de la investigación.

Recibido: 12.10.21

Aceptado: 15.01.22

* Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Perú. Doctor en Ciencias de la Educación. Ingeniero industrial y Licenciado en Educación. Profesor e investigador. Email (autor para correspondencia): mruiz@ulima.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5147-8512>

** Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Perú. Doctora en Ciencias Contables y Empresariales. Ingeniera química, profesora e investigadora. Email: bdiaz@ulima.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8409-3210>

*** Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Perú. Doctora en Ciencias Contables y Empresariales. Ingeniera industrial, profesora e investigadora. Email: manorieg@ulima.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6824-1415>

Action research applied to the management and engineering research. A literature review for Ibero-America

Abstract

Action research, which comes from the social sciences, is a participatory methodology applicable to any business management problem. However, it is little known in engineering. This research develops the systematized review of 48 articles published in Scopus and the Web of Science between 2000 and 2020 by researchers attached to Ibero-American institutions that developed experiences and practices of action research in contexts related to engineering. The objective was to describe the characteristics of such academic production and its implementation. The results reveal that Brazil and Spain lead the use of action research in Ibero-America, being predominant in the area of computer, software and information systems engineering. Action research is presented with strong participation of the researchers themselves, who observe the problematic situation, propose actions, reflect and evaluate the system to begin a new cycle of work. The review concludes that the incipient use of action research has been successful for engineering and that there is a consequent possibility of replicating it in other areas related to business management and administration.

Key words: action research; literature review; engineering; research management.

1. Introducción

Una investigación aplicada, entendida como la aplicación práctica del conocimiento en gestión empresarial (Bermúdez & Rodríguez, 2013), es también indispensable desde la mirada de la ingeniería, principalmente para especialidades afines a la ingeniería administrativa, de producción, industrial y de sistemas; que muchas veces se torna compleja frente a la disyuntiva del investigador de no saber qué método o diseño de intervención termina siendo el más conveniente para los fines prácticos que dicha investigación persigue.

En este contexto, la investigación-acción (en adelante, IA), empleada en

ciencias sociales desde décadas atrás, se presenta como una alternativa capaz de conducir un proceso planificado de investigación en ingeniería y que pretende resolver problemas reales y concretos, sin ánimo de buscar generalizaciones teóricas (Carvajal, 2006). Básicamente, este método de investigación consiste en una acción, observación, reflexión y evaluación de un proceso o sistema de forma cíclica; conducido y negociado por los mismos agentes implicados (Bisquerra, 1989) y que puede perfectamente transferirse y situarse dentro de los paradigmas o enfoques cualitativos y cuantitativos de investigación (Rodríguez, 2005).

La IA ha transitado desde su

nacimiento por diferentes enfoques y concepciones sociopolíticas desde la década de los cuarenta, en la que Lewin (1946) la propone como una estrategia, en forma de espiral, orientada a la reflexión de problemas sociales. A pesar de reconocer a Lewis como el padre que conceptualiza la IA, algunos investigadores ya reconocen su uso en escritos de autores anteriores (McKernan, 1999). Si bien el desarrollo de la IA durante los años cincuenta no fue tan intenso, es recién en los años sesenta que Freire (1969) le imprime una visión más participativa, orientada al cambio popular y a la transformación social y política para el empoderamiento de comunidades en América Latina (Flores-Kastanis et al, 2009). Este desarrollo de la IA es posible entenderlo como una práctica desarrollada por un conjunto de individuos que está orientada a la mejora de sus propias actividades (McNiff, 2014). Pero no es hasta la década de los setenta y ochenta que la IA resurge bajo una propuesta innovadora norteamericana que la hace más participativa y colaborativa; orientándose ahora operativamente a resolver problemas curriculares y de desarrollo educativo institucional (Stenhouse, 1987; Elliott, 1990).

Esta mirada, desde la problemática educativa y curricular, se consolidaría con Carr y Kemmis (1988) que sientan las bases de una IA más crítica y reflexiva que seguiría evolucionando las décadas posteriores hasta la actualidad. Mención especial merece la generalización que logra, desde aquel entonces, la IA para el campo educativo como un procedimiento de indagación curricular en donde el propio maestro “se problematiza sobre sus concepciones y prácticas, es decir, deja de entenderlas como obvias, evidentes o naturales, y

convierte sus aulas en laboratorios y sus acciones en hipótesis” (Díaz-Bazo, 2017:161).

En la actualidad, la IA básicamente propone un modelo procedimental cíclico -o en espiral de varias etapas- consistente en el reconocimiento de un problema que se debe mejorar, la planificación y puesta en marcha de un plan de acción para abordarlo, el monitoreo y la reflexión sistemática sobre el mismo; todo esto conducente a replantear el plan inicial a fin de comenzar, eventualmente, otro ciclo de acción. Este modelo es fundamental ya que no solo permite abordar estrategias para el cambio curricular y educativo, sino cualquier otra problemática dentro de cualquier proceso o sistema que queramos optimizar, incluso dentro de la ingeniería y su gestión. Como señala Díaz-Bazo (2017), las características claves de la IA frente a otros métodos de investigación, se centran en la reflexión, la construcción de la teoría desde la práctica, la innovación, la participación colaborativa y la búsqueda del cambio o mejora de la práctica.

2. Otros estudios de revisión que articulan la IA con la ingeniería

En virtud de lo expresado anteriormente, la IA constituye entonces una forma sistematizada de cuestionamiento auto reflexivo que pretende la interpretación de cualquier práctica para mejorarla. Dicho procedimiento debe insertarse dentro de un paradigma crítico y reflexivo de la realidad, orientado siempre a la proposición de un cambio. Este proceso colaborativo puede perfectamente adaptarse a los problemas de gestión en

ingeniería o áreas afines, con la intención de ayudar a los agentes involucrados a desarrollar sus capacidades para identificar problemas y oportunidades que mejoren una determinada realidad.

Si bien abundan en la literatura los estudios de revisión de aplicaciones de IA relacionados a la educación básica y superior, no sucede lo mismo con aquellas revisiones que abordan y reflexionan epistemológicamente sobre el uso de la IA como estrategia de investigación aplicada a las diversas áreas de la ingeniería y de su gestión; tema de especial interés para este apartado. No obstante, se recogen a continuación algunos de los trabajos encontrados en los últimos años, haciendo énfasis en sus características y aportes.

Entre los trabajos encontrados, los europeos Garousi et al, (2020) sintetizaron, empleando una técnica de revisión documental que incluye literatura gris (no convencional) y con ayuda del *Google Académico* y la base de datos *Scopus*, evidencias y experiencias recogidas en un total de 54 estudios relacionados a la investigación en ingeniería de *software* y reflexionaron en torno a las posibles causas de su poca trascendencia. Entre éstas últimas, concluyeron en la falta de enfoques adecuados y procedimientos de investigación apropiados, como lo sería la IA aplicada a este campo de la ingeniería. De otro lado, Zaheer et al, (2019), en Australia, analizaron 133 artículos académicos por disciplina, metodología, geografía y enfoque teórico sobre investigaciones relacionadas al emprendimiento digital, a fin de proponer oportunidades para investigaciones futuras en dicho campo. La revisión concluyó en torno al agudo fraccionamiento de la investigación

digital y a la necesidad de fomentar procedimientos que empleen IA colaborativa con profesionales del sector, con el propósito de conducir a futuro mejores investigaciones en este tipo de emprendimientos digitales y prácticos.

En España, García-Arca et al, (2018) llevaron a cabo una extensa investigación en ingeniería logística y de transporte en la que, en una primera etapa, desarrollaron una amplia revisión sistemática de literatura a fin de recabar información sobre los indicadores clave de desempeño (*KPIs*, por sus siglas en inglés) para el transporte. Resulta interesante esta investigación dado que, en una segunda etapa, complementaron la revisión sistemática con un proceso de IA para validar los indicadores mencionados y concluyeron el estudio resaltando también el valor de esta metodología como complemento en esa área. El trabajo recomienda su uso frecuente, dados los pocos ejemplos de IA dentro del alcance de la ingeniería logística y la gestión de la cadena de suministros.

Otro estudio de revisión de literatura fue el desarrollado en Brasil por Gusberti & Dewes (2016) sobre los trabajos académicos en ingeniería de producción de dicho país, entre los años 1996 y 2010, y el uso que este campo de la ingeniería hace de la IA para la construcción de nuevo conocimiento. Los investigadores llegaron a la conclusión de que el uso de la IA en la ingeniería de producción brasilera se aleja de los preceptos epistémicos asociados a ella, destacándose más los resultados de la acción que los de la reflexión sobre los mecanismos que la produjeron.

Por su lado, Collatto et al, (2018) desarrollaron también en Brasil una investigación con una revisión

sistematizada de literatura que permitió articular la ingeniería del diseño con la IA. El estudio analizó la distinción existente entre la IA, las ciencias del diseño y la investigación en las ciencias del diseño como métodos posibles de investigación, considerando sus convergencias y divergencias. El trabajo fue conducente a la discusión en torno a la necesidad y planteamiento de un tercer método: la investigación-acción para el diseño; recomendando profundizar aún más sobre la combinación entre ambas.

Finalmente, se encuentran los trabajos del finlandés Malmi (2016) y de las neozelandesas Fouché y Chubb (2016) que, si bien no se insertan directamente en el área de la ingeniería, resultan interesantes desde la mirada de la gestión contable y de la ética dentro de la IA, respectivamente. Malmi (2016) efectuó una revisión de estudios gerenciales contables desarrollados y publicados durante 25 años, desde 1990 hasta 2014, en revistas líderes en dicho campo. El investigador categorizó las intervenciones como *intervencionistas* y *no intervencionistas*. Entre las *no intervencionistas* destacó el uso de la IA y de la investigación constructivista como estrategias exitosas de intervención. El trabajo también abordó una reflexión en torno a las líneas de investigación encontradas y al potencial futuro de las estrategias metodológicas empleadas en la gestión y administración contable como la IA. Por su parte, Fouché y Chubb (2016) efectuaron una revisión de 39 investigaciones a fin de analizar los desafíos que informan los investigadores en la gestión de la revisión ética, así como en las estrategias utilizadas o recomendadas para llevar a cabo una IA participativa dentro de un marco ético pertinente. Este tema, poco abordado en la literatura sobre IA, obliga a

repensar algunas consideraciones que también deben ser tomadas en cuenta al desarrollar una IA en ingeniería que, desde luego, involucraría a otras personas.

Las revisiones anteriormente presentadas permiten advertir, en primer lugar, una fuerte tendencia orientada a evidenciar la contribución que puede tener la IA para la investigación aplicada en algunas áreas muy específicas de la ingeniería. Tal contribución se centra, principalmente, en la innovación y mejora de ciertos contextos y procesos vinculados a ciertas especialidades de manera independiente. En segundo lugar, aunque de manera incipiente, se advierte un tímido debate epistémico en torno al uso, transferencia y adaptación de los procedimientos propios de la IA conducentes a darle legitimidad en el campo de la investigación aplicada en esta área interés.

En este sentido, como señala McNiff (2014), el uso y transferencia de la IA implican criterios de calidad muy específicos a los tradicionales, sin que esto involucre un perjuicio en su rigurosidad. En tercer y último lugar, algunas revisiones despliegan una discusión en torno a los principios éticos que conlleva la gestión de la IA en cualquier campo del conocimiento, especialmente por su carácter colaborativo y participativo.

La investigación que aquí se presenta intenta una primera aproximación para lograr una visión general de las características que la IA ha tenido, por parte de investigadores iberoamericanos, en su uso y adaptación para la gestión de la investigación aplicada dentro del campo de la ingeniería que -como se ha advertido- no ha sido recogida todavía en las revisiones de literatura encontradas.

3. Aproximaciones metodológicas del estudio

Esta investigación utilizó como metodología la revisión sistematizada de literatura, estrategia orientada a identificar, evaluar y sintetizar un cuerpo de conocimientos producidos por investigadores, académicos o ejecutores prácticos (Randolph, 2009; Booth et al, 2016; Codina, 2018). Para tal fin, se identificaron estudios publicados exclusivamente en las bases de datos de *Scopus* y de *Web of Science*, entre los años 2000 y 2020, que desarrollaron intervenciones prácticas en contextos relacionados con la ingeniería y todas sus especialidades. En cuanto a los descriptores utilizados, los estudios empíricos debían incluir explícitamente en el título, resumen o palabras clave, los descriptores combinados de *investigación-acción* e *ingeniería* (en inglés, español y portugués). Adicionalmente, se usó como criterio de inclusión a todos aquellos artículos en los que, al menos uno de sus investigadores, estuviera adscrito a alguna institución iberoamericana¹.

Dado el foco del estudio, se excluyeron aquellos estudios empíricos de investigación-acción orientados a procesos de formación académica (enseñanza aprendizaje) en ciencias e ingeniería en cualquier nivel educativo

y que hayan sido publicados en revistas especializadas en educación o áreas afines. Las preguntas que guiaron la investigación, y que posteriormente determinarían las categorías iniciales de análisis, fueron las siguientes: ¿Cuál es la producción académica hecha por iberoamericanos que aplica la IA a problemas prácticos de ingeniería? ¿En qué especialidades y/o temáticas propias del campo de la ingeniería se ha empleado la IA? ¿Quiénes la han desarrollado y dónde? ¿Qué características procedimentales tuvo su implementación? ¿Qué técnicas han desarrollado en su uso?

Apartir de los criterios anteriormente señalados, se identificaron un total de 65 artículos (38 de *Scopus* y 27 de la *Web of Science*). Luego de la lectura de cada uno, se procedió a eliminar los artículos duplicados o que no cumplían con los criterios establecidos. Esto permitió la selección de los 48 artículos finales que fueron analizados con ayuda de matrices comparativas, tablas dinámicas de Excel, fichas bibliográficas y la última versión del *software* de análisis bibliométrico *VOSviewer* (1.6.16); a fin de organizar la información de acuerdo con las categorías propuestas y descubrir subcategorías emergentes. En el Cuadro 1, se presentan las categorías de trabajo.

1 Se entiende como parte de Iberoamérica a España, Portugal y al conjunto de países americanos donde se hablan lenguas ibero romances (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Uruguay y Venezuela).

Cuadro 1 Categorías de análisis

Categoría	Subcategoría
1. Producción en Iberoamérica sobre estudios que aplican IA en ingeniería	1.1 Número de publicaciones anuales
	1.2 Revistas donde se publicaron
2. Contexto de la investigación	2.1 País / lugar donde se realizó la intervención o el estudio de IA en ingeniería
	2.2 Especialidad o temática afín a la ingeniería en la que se efectuó el estudio
3. Información de los investigadores	3.1 Autores y coautores
	3.2 Grupos (<i>clusters</i>) de trabajo
4. Características de la IA en ingeniería	4.1 Características procedimentales de la implementación
	4.2 Técnicas de la implementación

Fuente: elaboración propia

4. Producción académica que aplica IA a la gestión e investigación en ingeniería

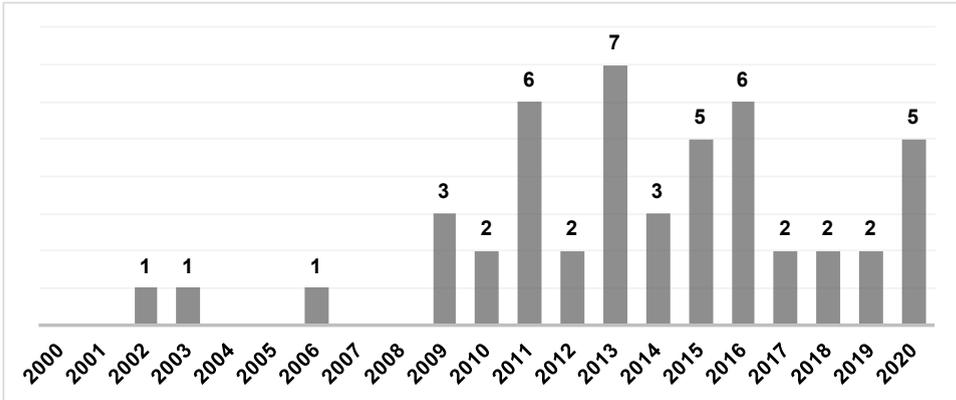
A continuación se presentan los hallazgos que caracterizan la producción académica iberoamericana que aplica IA a problemas de gestión e investigación en ingeniería. Para su mejor comprensión, esta sección está estructurada tomando como referencia las cuatro categorías de análisis definidas anteriormente en la sección metodológica.

4.1 Producción en Iberoamérica

La publicación de estudios en las

bases de datos seleccionadas -y que aplican IA en ingeniería- ha sido exigua en las últimas dos décadas. Los resultados arrojan apenas 49 artículos entre los años 2000 y 2020 cuya distribución por año es presentada en el Gráfico 1. Como puede apreciarse, la producción y publicación de experiencias de IA en contextos propios de la ingeniería comienza a evidenciarse prácticamente a partir del 2009, teniendo un pico durante el año 2013. Entre el 2009 y el 2020 se concentra casi el 94% de todas las publicaciones y a partir del año 2014 se aglutina más del 50% de todos los documentos identificados.

Gráfico 1
Distribución de artículos según el año de publicación



Fuente: elaboración propia

Las 49 publicaciones mencionadas aparecen en 39 revistas académicas, resaltando especialmente las editadas en Brasil. Esto no es de extrañar dada la considerable producción académica de este país frente al resto de la región. Solamente entre las revistas brasileras *Produção, Gestão e Produção* y *Brazilian Journal of Operations & Production Management* se divulgaron 9 estudios –casi el 20% de la totalidad de identificados– en los periodos estudiados. Por otro lado –salvo las revistas *DYNA Ingeniería e Industria* (ESP), *Espacios* (PAN), la *Revista*

Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia (COL) y las tres revistas brasileras anteriormente mencionadas– resulta interesante advertir la mayoritaria presencia de revistas de edición externa al territorio iberoamericano y que han sido consideradas por la adscripción de sus autores a universidades o entidades iberoamericanas. En la Tabla 1 pueden observarse el número de artículos identificados en las 39 revistas aludidas, de las cuales solo 6 (apenas el 15%) corresponden a países de la región estudiada.

Tabla 1
Relación de revistas académicas y artículos publicados (2000 – 2020)

Revista (orden alfabético)	Total de artículos	Revista (orden alfabético)	Total de artículos
Advances in Computers	1	Journal of Engineering Design	1
Brazilian Journal of Operations & Production Management	1	Journal of Management in Engineering	1
Computer Standards & Interfaces	1	Journal of Manufacturing Technology Management	2
Computers in Industry	1	Journal of Multidisciplinary Healthcare	1
DYNA Ingeniería e Industria		Journal of Software: Evolution and Process	1
1			
Espacios	1	Measuring Business Excellence	1
FME Transactions	1	Produção	5
Gestão e Produção	3	Production Planning and Control	1
Human Factors and Ergonomics In Manufacturing	1	Requirements Engineering	1
ICIC Express Letters	1	Research in Engineering Design	1
IEEE Access	1	Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia	1
Information and Software Technology	1	Safety Science	1
Innovations in Systems and Software Engineering	1	Software Quality Journal	1
International Journal of Computer Integrated Manufacturing	2	Software, Practice and Experience	1
International Journal of Industrial Engineering: Theory Applications and Practice	1	South African Journal of Industrial Engineering	1
International Journal of Information Technology and Management	1	Sustainability	1
International Journal of Production Economics	1	The Journal of Environment & Development	1
International Journal of Production Research	1	VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems	1
International Journal of Project Management	2	Work-a Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation	1
International Journal on Software Tools for Technology Transfer	1	Total artículos	48

Fuente: elaboración propia

4.2 Contextos de aplicación de IA en ingeniería

En esta sección se presentan los resultados en cuanto al lugar de intervención de los estudios recopilados e información sobre la especialidad afín a la ingeniería de las investigaciones. En lo que respecta al país y/o región donde se realizó la intervención en IA, cabe mencionar que en algunos casos resulta difícil advertirla por la naturaleza del diseño de la investigación o características de confidencialidad del estudio (Errasti et al, 2009; Mello et al, 2010; Dos Santos y Travassos, 2011; Mello et al, 2012; Carreira et al, 2013; Pereira et al, 2013; Arantes et al, 2014; Espinosa et al, 2019); así como porque se efectúa levantando información en

varias locaciones (Silva y Camarotto, 2012; Pino et al, 2013; Pino et al, 2016). No obstante, una mirada general de los trabajos recopilados evidencia una mayor presencia de intervenciones en Brasil (17 casos), seguido por España (9 casos) y Portugal (3 casos); que concentran casi el 60% de los estudios identificados. Resulta particularmente interesante advertir que 3 intervenciones fueron desarrolladas en Francia (Bartoli et al, 2003; Rocha et al, 2019) y Polonia (Choraś et al, 2020); territorios ajenos a la región de Iberoamérica. La razón de su presencia, obedece a que alguno de sus autores se encuentra adscrito a una institución iberoamericana. La Tabla 2 presenta la relación de intervenciones por país o región.

Tabla 2
País y/o región de la intervención

País y/o región de la intervención	Total	Referencias (autores)
Brasil	17	De Medeiros Florentino et al, (2020); Magalhães et al, (2020); Marinho et al, (2018); Gusberti y Dewes (2017); Gilbertoni et al, (2016); Gonçalves et al, (2016); Carvalho et al, (2015); Lucato et al, (2015); Martins et al, (2015); Takey y Carvalho (2015); Carvalho et al, (2014); Gerolamo et al, (2014); Barbalho y Rozenfeld (2013); Ianzen et al, (2013); Lacerda et al, (2013); Gava et al, (2011); Mello et al, (2011)
España	9	Condori-Fernández et al, (2020); Bautista y Fortuny-Santos (2016); Nilsson et al, (2013); Cifre et al, (2011); Errasti-Opacua et al, (2011); Prida y Grijalvo (2011); Chaparro et al, (2009); Nicolás et al, (2009); Polo et al, (2002)
Portugal	3	Barata et al, (2020); Sousa et al, (2016); Vicente et al, (2015)
México	3	Espinosa-Curiel et al, (2016); Peñaranda et al, (2010); Mejía et al, (2007)
Francia	2	Rocha et al, (2019); Bartoli et al, (2003)
Colombia	2	Vélez-Torres et al, (2018); Mejía-Gutiérrez y Carvajal-Arango (2017)
Polonia	1	Choraś et al, (2020)
Varias locaciones (países)	3	Pino et al, (2016); Pino et al, (2013); Silva y Camarotto (2012)
No aplica / no se especifica	8	Espinosa et al, (2019); Arantes et al, (2014); Carreira et al, (2013); Pereira et al, (2013); Mello et al, (2012); Dos Santos y Travassos (2011); Mello et al, (2010); Errasti et al, (2009)
TOTAL	48	

Fuente: elaboración propia

Por su parte, en lo referente a la temática o especialidad afín a la ingeniería donde se realizaron los estudios, es conveniente aclarar que no siempre resultó fácil de definir. Esto se debe a que muchas subespecialidades se traslapan y tienen campos de acción similares y/o complementarios dentro de la misma ingeniería. En tal sentido, se ha procurado seleccionar el área predominante para cada intervención, sin que esto signifique que alguna de ellas pueda ser complementaria con otra de las listadas.

La evidencia apunta a una temática preponderante y líder en el campo de la IA: la relacionada a la informática, ingeniería de *software* y los sistemas de información. Ésta concentra casi el 37%

de los trabajos recopilados. Al efectuar una regla de Pareto o regla 80/20, se advierte que dicha especialidad, junto a la ingeniería de la producción, la gestión de la calidad, la mejora de procesos industriales y la ingeniería de diseño para servicios y manufactura; concentran el 80% de los estudios identificados. En menor proporción se encuentran temas de seguridad industrial, construcción, administración, planificación organizacional, economía y administración de proyectos para la toma de decisiones. La Cuadro 2 presenta a continuación todas las temáticas y/o especialidades predominantes en las que se llevaron a cabo las intervenciones de IA.

Cuadro 2
Temáticas y/o especialidades de ingeniería en las que se realizó la IA

Temática y/o especialidad afín a la ingeniería	Total de artículos	Referencias (autores)
1. Informática, software y sistemas de información (incluye ciencias de la computación)	18	Chorasá et al, (2020); Condori-Fernández et al, (2020); Espinosa et al, (2019); Marinho et al, (2018); Mejía-Gutiérrez y Carvajal-Arango (2017); Espinosa-Curiel et al, (2016); Gonçalves et al, (2016); Pino et al, (2016); Sousa et al, (2016); Ianzen et al, (2013); Nilsson et al, (2013); Pino et al, (2013); Dos Santos y Travassos (2011); Gava et al, (2011); Peñaranda et al, (2010); Nicolás et al, (2009); Mejía et al, (2007); Polo et al, (2002)
2. Ingeniería de la producción (incluye <i>lean manufacturing</i>)	7	Bautista y Fortuny-Santos (2016); Gilbertoni et al, (2016); Carvalho et al, (2014); Barbalho y Rozenfeld (2013); Lacerda et al, (2013); Mello et al, (2012); Prida y Grijalvo (2011)
3. Gestión de la calidad y mejora de procesos industriales	6	Barata et al, (2020); Magalhães et al, (2020); Gusberti y Dewes (2017); Lucato et al, (2015); Martins et al, (2015); Gerolamo et al, (2014)
4. Ingeniería de diseño para servicios y manufactura (incluye ingeniería inversa y colaborativa)	6	De Medeiros Florentino et al, (2020); Carreira et al, (2013); Pereira et al, (2013); Mello et al, (2011); Mello et al, (2010); Chaparro et al, (2009)
5. Seguridad industrial, ergonomía, salud y gestión ocupacional	4	Rocha et al, (2019); Vélez-Torres et al, (2018); Silva y Camarotto (2012); Cifre et al, (2011)

Cont... Cuadro 2

6.	Industria de la construcción e ingeniería civil	3	Arantes et al, (2014); Errasti-Opacua et al, (2011); Errasti et al, (2009)
7.	Administración y planificación organizacional.	2	Vicente et al, (2015); Bartoli et al, (2003)
8.	Economía y administración de proyectos para la toma de decisiones (incluye investigación de operaciones)	2	Carvalho et al, (2015); Takey y Carvalho (2015)
TOTAL		48	

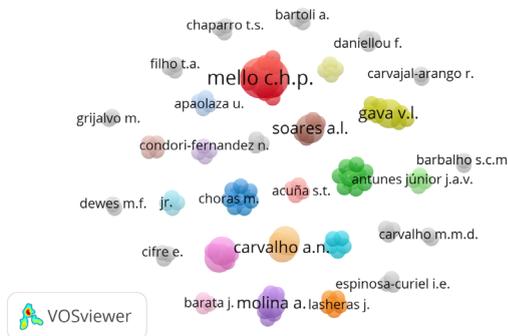
Fuente: elaboración propia

4.3 Investigadores iberoamericanos y la IA en ingeniería

El Diagrama 1 presenta a continuación los diferentes grupos (*clusters*) de investigadores de los documentos seleccionados. La evidencia muestra en los últimos 10 años una fuerte atomización de diferentes grupos de trabajo dentro de la temática estudiada. Anteriormente a esta década, no se evidenciaron grupos

significativos de trabajo. Se advierte un trabajo independiente entre los grupos en cuestión o que la IA se ha venido aplicando en diferentes áreas de la ingeniería sin contar con un hilo conector bien definido entre ellas. Si bien la producción académica ha sido exigua en general, ésta se ha presentado de manera constante en la última década. La predominancia de autores brasileros y portugueses resulta gravitante en la muestra seleccionada.

Diagrama 1
Grupos (*clusters*) de investigadores (período 2010-2020)

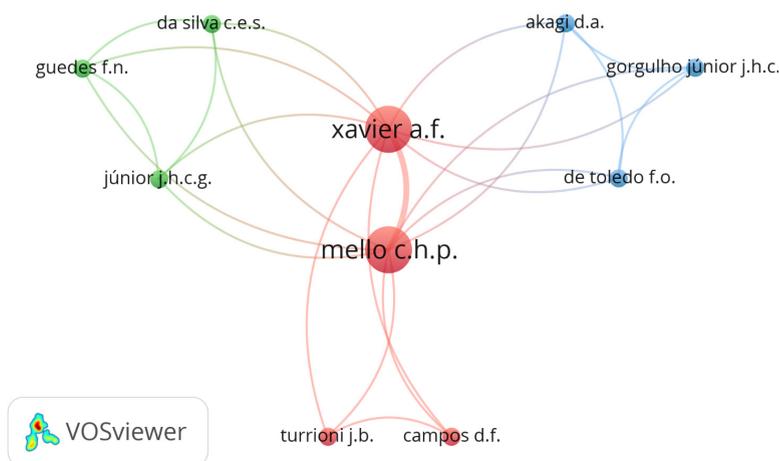


Fuente: elaboración propia a partir del software VOSviewer (1.6.16)

Por su lado, el Diagrama 2 presenta el grupo o *cluster* más productivo del tema estudiado para las dos décadas analizadas. Se advierte que tal producción, aunque escasa,

estuvo situada entre los años 2010 y 2012; teniendo como ejes centrales a los investigadores brasileiros Mello, C.H.P. y Xavier, A.F.

Diagrama 2
Grupo (*cluster*) más productivo (periodo 2010-2012)



Fuente: elaboración propia a partir del software VOSviewer (1.6.16)

4.4 Características de la aplicación de IA en ingeniería

La evidencia muestra que la IA está presente como método de investigación en los documentos encontrados y se desarrolla a través del reconocimiento del problema, del plan de acción, de la acción propiamente dicha, de la observación y de la reflexión; para consecuentemente, iniciarse un nuevo

ciclo. No obstante, se observa que dichos ciclos se enuncian de diferente forma en función al problema que se pretende resolver, al contexto de la situación estudiada y a la participación o no de los investigadores. El Cuadro 2 presenta un resumen general de las características y alcances propios de cada fase de aplicación de la IA en los documentos encontrados.

Cuadro 2 Características y alcances de las fases de la IA en ingeniería

Reconocimiento del problema	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación de oportunidades ▪ Diagnóstico ▪ Generación de escenarios ▪ Colecta y revisión de información ▪ Clasificación y evaluación de datos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis del contexto y de la información ▪ Especificación y documentación ▪ Elección de dominio ▪ Identificación de variables
Plan de acción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planificación o planeación ▪ Diseño de acciones 	
Acción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitación ▪ Validación del diseño ▪ Validación de fases ▪ Intervención ▪ Construcción de prototipos ▪ Experimentación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicación práctica ▪ Elaboración de modelos de negocio ▪ Toma de acciones ▪ Implementación
Observación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificación ▪ Evaluación ▪ Comprobación de funcionamiento ▪ Ajuste de soluciones 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluación posterior ▪ Prueba de validez ▪ Revisión de resultados ▪ Evaluación de consecuencias ▪ Determinación de impactos
Reflexión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discusión ▪ Socialización e integración ▪ Retroalimentación ▪ Difusión de resultados ▪ Elaboración de informe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis y documentación de aprendizaje ▪ Evaluación del aprendizaje ▪ Recopilación de comentarios ▪ Reflexión

Fuente: elaboración propia

Si bien no todos los estudios detallan las técnicas y herramientas utilizadas, la evidencia demuestra, entre aquellos que las explicitan, que son los grupos focales o de trabajo colaborativo en todas sus variantes (talleres, reuniones, equipos y grupos de expertos), las técnicas más representativas de este tipo de investigaciones. Esto confirma

el profundo carácter participativo de la IA en su proceso de aplicación. Otras técnicas muy empleadas son la observación (y todas sus variantes), las entrevistas, las encuestas y el análisis documental en general. La Tabla 4 presenta un panorama general de las principales técnicas empleadas en aquellos documentos que las explicitan.

**Tabla 4
 Principales técnicas empleadas en la IA en ingeniería**

Técnica	Total de artículos	Referencias (autores)
Grupo focal (incluye taller grupal o de debate, reuniones de trabajo, grupo de expertos y formación de equipos)	15	Choraś et al, (2020); Condori-Fernández et al, (2020); Espinosa et al, (2019); Rocha et al, (2019); Marinho et al, (2018); Vélez-Torres et al, (2018); Carvalho et al, (2015); Arantes et al, (2014); Carreira et al, (2013); Lacerda et al, (2013); Gava et al, (2011); Mello et al, (2011); Mello et al, (2010); Bartoli et al, (2003); Polo et al, (2002)

Cont... Tabla 4

Observación directa (incluye visitas técnicas y evidencia fotográfica)	10	Rocha et al, (2019); Gusberti y Dewes (2017); Espinosa-Curiel et al, (2016); Sousa et al, (2016); Carvalho et al, (2014); Barbalho y Rozenfeld (2013); Lacerda et al, (2013); Mello et al, (2012); Chaparro et al, (2009); Mejía-Gutiérrez y Carvajal-Arango (2017)
Entrevista	8	Espinosa et al, (2019); Takey y Carvalho (2015); Carvalho et al, (2014); Barbalho y Rozenfeld (2013); Cifre et al, (2011); Gava et al, (2011); Mello et al, (2010); Bartoli et al, (2003)
Encuesta (cuestionario)	7	Condori-Fernández et al, (2020); Marinho et al, (2018); Vélez-Torres et al, (2018); Sousa et al, (2016); Takey y Carvalho (2015); Cifre et al, (2011); Mello et al, (2011)
Análisis documental (revisión bibliográfica)	7	Condori-Fernández et al, (2020); Espinosa et al, (2019); Marinho et al, (2018); Gusberti y Dewes (2017); Gibertoni et al, (2016); Gerolamo et al, (2014); Barbalho y Rozenfeld (2013)
Análisis estadístico	1	Takey y Carvalho (2015)
Evaluación de métricas	1	Choras et al, (2020)
Cartografía social	1	Vélez-Torres et al, (2018)

Fuente: elaboración propia

Finalmente, la revisión documental permitió inferir algunas aplicaciones de la IA orientadas a comprender, aplicar o validar algunas prácticas y métodos propios de la ingeniería. Entre ellos, se identificaron el enfoque de procesos, el KPM (*Kraljic Portfolio Purchasing Matrix*), la metodología PDP (Proceso de Desarrollo de Productos), el *Kansei* (Diseño emocional de productos), la metodología CEE (*Collaborative Engineering Environment*), el modelo RED (*Resources-Experiences-Demands*), el *Competisoft*, el BPM (*Business Process Modelling*), el *Six Sigma* DEMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*), el PLM (*Product Lifecycle Management*), el método CAR (*Canonical Action*

Research), entre otros.

5. Conclusiones

La producción académica de iberoamericanos que aplican IA a los problemas prácticos de ingeniería comienza a evidenciarse a partir del año 2009, teniendo un pico durante el 2013. No obstante, es desde el 2014 que se concentra el 50% de la producción identificada en *Scopus* y la *Web of Science*; liderando la participación de Brasil y España con diecisiete y nueve casos de intervención, respectivamente. Las especialidades o temáticas propias del campo de la ingeniería que más han empleado la IA son la informática, el software y los sistemas

de información. En menor proporción se encuentran áreas de la ingeniería como la producción, la gestión de la calidad y la mejora de procesos industriales; así como la ingeniería de diseño para servicios y manufactura. Estas últimas suelen justificar la aplicación de un nuevo software o método para resolver problemas de gestión y optimizar procesos.

La metodología de IA requiere de un diseño experimental que incorpora la participación de equipos de trabajo, tanto del grupo de los investigadores (quienes se constituyen en guías, facilitadores o motivadores) como de los grupos que forman parte del objeto de estudio. El proceso investigativo se desarrolla mayoritariamente a través de talleres grupales o de debate, reuniones de trabajo, grupos de expertos o de equipos de mejora. La aplicación de la IA consiste básicamente en observar la situación actual, proponer acciones, reflexiones y evaluar un proceso o sistema de forma cíclica. Dicho proceso es conducido siempre por los mismos agentes implicados a cargo del equipo del investigador (por ejemplo, la alta dirección, el mando medio, los operarios, entre otros).

Esta modalidad de investigación permite afirmar que la IA es eminentemente participativa y colaborativa; donde las soluciones se van construyendo en interacciones sucesivas hasta lograr los resultados. La observación directa es una de las técnicas que más han priorizado los investigadores, considerando las visitas técnicas y la evidencia fotográfica para el registro de los hechos (tanto al inicio del experimento, a lo largo de su desarrollo y en la situación final) como una forma de validar el beneficio comparando el *antes* y el *después* de la IA. El uso

de IA en la atención de problemas de gestión de la ingeniería en empresas de Iberoamérica se justifica principalmente porque buscan optimizar e innovar procesos, aplicar nuevas tecnologías, mejorar las condiciones de trabajo y hacer sostenibles las mencionadas actividades empresariales.

Finalmente, la aún incipiente IA para la gestión e investigación en áreas de la ingeniería debería ser más difundida en contextos afines de conocimiento, a fin de estrechar más la relación entre la academia y la empresa. El principal aporte de esta investigación radica tanto en la evidencia de su uso exitoso en esta área del conocimiento, como en la consecuente posibilidad de ser replicada por investigadores vinculados a otras áreas de la gestión y administración empresarial.

Referencias bibliográficas

- Arantes, A., Ferreira, L. M. D. F., & Kharlamov, A. A. (2014). Application of a Purchasing Portfolio Model in a Construction Company in Two Distinct Markets. *Journal of management in engineering*, 30(5). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000290](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000290)
- Barata, J., Rupino Cunha, P., & Coyle, S. (2020). Evolving manufacturing mobility in Industry 4.0: the case of process industries. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(1), 52-71. <https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2018-0361>
- Barbalho, S. C. M., & Rozenfeld, H. (2013). Mechatronic reference model (MRM) for new product development: Validation and results [Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos mecatrônicos (MRM):

- Validação e resultados de uso]. *Gestão e Produção*, 20(1), 162-179. <http://doi.org/10.1590/S0104-530X2013000100012>
- Bartoli, A., Hermel, P., & Ramis-Pujol, J. (2003). Innovation assessment as a management information tool: a case study. *Measuring Business Excellence*, 7(2), 6-20. <https://doi.org/10.1108/13683040310477959>
- Bautista, J., & Fortuny-Santos, J. (2016). Improving “just-in-time, just-in-sequence” delivery in first-tier suppliers. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 13(3), 286-298. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2016.v13.n3.a6>
- Bermúdez, L. & Rodríguez, L. (2013). *Investigación en la gestión empresarial*. Ecoe Ediciones.
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de Investigación Educativa. Guía Práctica*. Ediciones CEAC.
- Booth, A., Papaioannou, D., & Sutton, A. (2016). *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*. Sage.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Martínez Roca.
- Carreira, R., Patrício, L., Jorge, R. N., & Magee, C. L. (2013). Development of an extended Kansei engineering method to incorporate experience requirements in product-service system design. *Journal of Engineering Design*, 24(10), 738-764. <https://doi.org/10.1080/09544828.2013.834038>
- Carvajal, A. (2006). *Elementos de investigación social aplicada*. Escuela Latino Americana de Cooperación y Desarrollo.
- Carvalho, A. N., Oliveira, F., & Scavarda, L. F. (2015). Tactical capacity planning in a real-world ETO industry case: An action research. *International Journal of Production Economics*, 167, 187-203. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.05.032>
- Carvalho, A. N., Scavarda, L. F., & Lustosa, L. J. (2014). Implementing finite capacity production scheduling: Lessons from a practical case. *International Journal of Production Research*, 52(4), 1215-1230. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.848484>
- Chaparro, T. S., Heras, A. D., & Frías, V. G. (2009). Business process modelling as a synchronization tool; improving client-provider communication in a context of service outsourcing. *International Journal of Information Technology and Management*, 8(4), 412-428. <https://doi.org/10.1504/IJITM.2009.024803>
- Choraś, M., Springer, T., Kozik, R., López, L., Martínez-Fernández, S., Ram, P. & Franch, X. (2020). Measuring and Improving Agile Processes in a Small-Size Software Development Company. *IEEE Access*, 8, 78452-78466.
- Cifre, E., Salanova, M., & Rodríguez-Sánchez, A. M. (2011). Dancing between theory and practice: Enhancing work engagement through work stress intervention. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 21(3), 269-286. <https://doi.org/10.1002/hfm.20232>
- Codina, L. (2018). *Revisión bibliográfica sistematizada: procedimientos generales y Framework para ciencias humanas y sociales*. Universitat Pompeu Fabra. <https://repositori.upf.edu/handle/10230/34497>
- Collatto, D. C., Dresch, A., Lacerda, D. P., & Bentz, I. G. (2018). Is action

- design research indeed necessary? Analysis and synergies between action research and design science research. *Systemic Practice and Action Research*, 31(3), 239-267. <https://doi.org/10.1007/s11213-017-9424-9>
- Condori-Fernandez, N., Lago, P., Luaces, M. R., & Places, Á. S. (2020). An Action Research for Improving the Sustainability Assessment Framework Instruments. *Sustainability*, 12(4), 1682. <https://doi.org/10.3390/su12041682>
- De Medeiros Florentino, D. R., dos Santos Cabral, E. L., Castro, W. R. S., da Costa Junior, J. F., de Torres Neto, J. G., de Oliveira Mendes, F. D. C., ... & Araújo Filho, I. (2020). Analysis of Shared Services Center Deployment at a University Hospital (CENTROMED) in Natal, Brazil: A Study on Availability and Capacity. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 13, 1717-1728. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S260107>
- Díaz-Bazo, C. (2017). La investigación-acción en la educación básica en Iberoamérica. Una revisión de la literatura. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 10(20), 159-182. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m10-20.iaeb>
- Dos Santos, P. S. M., & Travassos, G. H. (2011). Action Research Can Swing the Balance in Experimental Software Engineering. *Advances in Computers*, 83, 205-276. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385510-7.00005-9>
- Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Morata.
- Errasti, A., Beach, R., Oduoza, C., & Apaolaza, U. (2009). Close coupling value chain functions to improve subcontractor manufacturing performance. *International Journal of Project Management*, 27(3), 261-269. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.01.010>
- Errasti-Opacua, A, Martinez-Miguel, S., Santos-Garcia, J., & Poler-Escoto, R. (2011). Engineer to Order production systems improvement: An empirical study. *DYNA Ingeniería e Industria*, 86(5), 539-548. <https://doi.org/10.6036/4055>
- Espinosa, E., Acuña, S. T., Vegas, S., & Juristo, N. (2019). Adopting configuration management principles for managing experiment materials in families of experiments. *Information and Software Technology*, 113, 39-67. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.05.003>
- Espinosa-Curiel, I. E., Rodríguez-Jacobo, J., & Fernández-Zepeda, J. A. (2016). Understanding SPI in small organizations: A study of Mexican software enterprises. *Journal of Software: Evolution and Process*, 28(5), 372-390. <https://doi.org/10.1002/smr.1775>
- Flores-Kastanis, E., Montoya-Vargas, J., & Suárez, D. (2009). Investigación-acción participativa en la educación latinoamericana. Un mapa de otra parte del mundo. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 14(40), 289-308. <http://www.redalyc.org/pdf/140/14004013.pdf>
- Freire, P. (1969). *La educación como práctica de la libertad*. Tierra Nueva.
- Fouché, C. B. & Chubb, L. A. (2016). Action researchers encountering ethical review: a literature synthesis on challenges and strategies. *Connecting Research and Practice for Professionals and Communities*, 25. <https://doi.org/10.1080/09650792.2015.1128956>
- García-Arca, J., Prado-Prado, J.C., &

- Fernández-González, A.J. (2018). Integrating KPIs for improving efficiency in road transport. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(9), 931-951. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-05-2017-0199>
- Garousi, V., Borg, M., & Oivo, M. (2020). Practical relevance of software engineering research: synthesizing the community's voice. *Empirical Software Engineering*, 25(8), 1687-1754. <https://doi.org/10.1007/s10664-020-09803-0>
- Gava, V. L., de Mesquita Spinola, M., Medina, J. M. C., & Tonini, C. A. (2011). Process simulation of cooperative work in the design of computer systems using techniques work ergonomics and cognition [Proceso para simulación del trabajo cooperativo en la concepción de sistemas informatizados por medio del uso de técnicas de ergonomía del trabajo y cognición]. *Espacios*, 32(3), 24-26.
- Gerolamo, M. C., Carpinetti, L. C. R., Vitoreli, G. A., Sordan, J. E., & Lima, C. H. B. (2014). Quality and safety management systems: Joint action for certification of small firms in an industrial cluster in Brazil. *South African Journal of Industrial Engineering*, 25(1), 189-202. <https://doi.org/10.7166/25-1-618>
- Gibertoni, D., Araújo Filho, T. D., & Menegon, N. L. (2016). The contribution of action research in the construction of scientific knowledge in Brazilian Production Engineering. *Production*, 26(2), 373-384. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.115113>
- Gonçalves, R. F., Gava, V. L., Fleury, A. L., Pessôa, M. S. P., & Spinola, M. M. (2016). A systemic approach of the web engineering production process, in the conception phase [Uma abordagem sistêmica do processo de produção em engenharia web, na fase de concepção]. *Produção*, 26(2), 402-416. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.0598T6>
- Gusberti, T. D. H., & Dewes, M. F. (2017). Impact evaluation for University-Business Cooperation and Technology Transfer in higher education systems: cluster analysis. *Production*, 27 (spe), e20162203. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.220316>
- Ilanzen, A., Mauda, E. C., Paludo, M. A., Reinehr, S., & Malucelli, A. (2013). Software process improvement in a financial organization: An action research approach. *Computer Standards & Interfaces*, 36(1), 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2013.07.002>
- Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A., & Antunes Júnior, J. A. V. (2013). Design Science Research: A research method to production engineering [Design Science Research: Método de pesquisa para a engenharia de produção]. *Gestão e Produção*, 20(4), 741-761. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.
- Lucato, W. C., Vieira, M., & Da Silva Santos, J. C. (2015). Eco-Six Sigma: Integration of environmental variables into the Six Sigma technique. *Production Planning and Control*, 26(8), 605-616. <https://doi.org/10.1080/09537287.2014.949896>
- Magalhães, A. Z. C., Lugli, A. B., & Pimenta, T. C. (2020). Study and implementation of a real industrial application involving concepts of Industry 4.0. *ICIC Express Letters - Part B: Applications*, 11(7), 623-630. <https://doi.org/10.24507/>

[icicelb.11.07.623](#)

- Malmi, T. (2016). Managerialist studies in management accounting: 1990–2014. *Management Accounting Research*, 31, 31-44. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2016.02.002>
- Marinho, M., Sampaio, S., & Moura, H. (2018). Managing uncertainty in software projects. *Innovations in Systems and Software Engineering*, 14(3), 157-181. <https://doi.org/10.1007/s11334-017-0297-y>
- Martins, E. G., Pinheiro De Lima, E., & Gouvea da Costa, S. E. (2015). Developing a quality management system implementation process for a medical device manufacturer. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 26(7), 955-979. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2012-0119>
- McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y currículum, métodos y recursos para profesionales reflexivos*. Ediciones Morata.
- McNiff, J. (2014). *Writing and Doing Action Research*. Sage Publications.
- Mejía, R., López, A., & Molina, A. (2007). Experiences in developing collaborative engineering environments: An action research approach. *Computers in Industry*, 58(4), 329-346. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2006.07.009>
- Mejía-Gutiérrez, R., & Carvajal-Arango, R. (2017). Design Verification through virtual prototyping techniques based on Systems Engineering. *Research in Engineering Design*, 28(4), 477-494. <https://doi.org/10.1007/s00163-016-0247-y>
- Mello, C. H. P., de Toledo, F. O., Akagi, D. A., Gorgulho Júnior, J. H. C., & Xavier A. F. (2011). Redesign of an electromechanical device in a reverse engineering approach integrated to design for manufacturing and assembly and rapid prototyping [Reprojeto de um dispositivo]. *Produção*, 21(4), 620-633. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000059>
- Mello, C. H. P., Guedes, F. N., Da Silva, C. E. S., Júnior, J. H. C. G., & Xavier, A. F. (2010). Conceptual design of components of an industrial oven through the integration between the reverse engineering and DFMA [Projeto conceitual de componentes de um forno industrial por meio da integração entre a engenharia reversa e o DFMA]. *Gestão e Produção*, 17(3), 497-511. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2010000300005>
- Mello, C. H. P., Turrioni, J. B., Xavier, A. F., & Campos, D. F. (2012). Action research in production engineering: A structure proposal for its conduction [Pesquisa-ação na engenharia de produção: Proposta de estruturação para sua condução]. *Produção*, 22(1), 1-3. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000056>
- Nicolás, J., Lasheras, J., Toval, A., Ortiz, F.J., & Álvarez, B. (2009). An integrated domain analysis approach for teleoperated systems. *Requirements Engineering*, 14(1), 27-46. <https://doi.org/10.1007/s00766-008-0072-6>
- Nilsson, A., Castro, L. M., Rivas, S., & Arts, T. (2013). Assessing the effects of introducing a new software development process: a methodological description. *International Journal on Software Tools for Technology Transfer*, 17, 1-16. <http://doi.org/10.1007/s10009-013-0275-0>
- Peñaranda, N., Mejia, R., Romero, D., & Molina, A. (2010). Implementation of product lifecycle management

- tools using enterprise integration engineering and action-research. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 23(10), 853-875. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2010.495136>
- Pereira, C., Sousa, C., & Soares, A. L. (2013). Supporting conceptualisation processes in collaborative networks: A case study on an R&D project. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26(11), 1066-1086. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2012.684714>
- Pino, F. J., García F., Piattini, M., & Oktaba H. (2016). A research framework for building SPI proposals in small organizations: the COMPETISOFT. *Software Quality Journal*, 24(3), 489-518. <https://doi.org/10.1007/s11219-015-9278-2>
- Pino, F. J., Piattini, M., & Travassos, G. H. (2013). Managing and developing distributed research projects in software engineering by means of action-research. *Revista Facultad de Ingeniería*, (68), 61-74.
- Polo, M., Piattini, M., & Ruiz, F. (2002). Using a qualitative research method for building a software maintenance methodology. *Software, Practice and Experience*, 32(13), 1239-1260. <https://doi.org/10.1002/spe.481>
- Prida, B., & Grijalvo, M. (2011). Implementing lean manufacturing by means of action research methodology case study in the aeronautics industry. *International Journal of Industrial Engineering: Theory Applications and Practice*, 18(12), 611-619.
- Randolph, J. (2009). A Guide to Writing the Dissertation Literature Review. Practical Assessment, *Research & Evaluation*, 14(1), 13. <https://cutt.ly/LfTu6Ds>
- Rocha, R., Mollo, V., & Daniellou, F. (2019). Contributions and conditions of structured debates on work on safety construction. *Safety Science*, 113, 192-199. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.11.030>
- Rodríguez, J. (2005). *La investigación acción educativa ¿Qué es? ¿Cómo se hace?* Doxa. <https://cutt.ly/VfYd38v>
- Silva, J. A. P., & Camarotto, J. A. (2012). Human reliability in petrochemical industry: an action research. *Work-a Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, 41, 3325-3332. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-1034-3325>
- Sousa, C. D., Soares, A. L., & Pereira, C. S. (2016). Collaborative conceptualisation processes in the development of lightweight ontologies. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 46(2), 175-193. <https://doi.org/10.1108/VJKMS-03-2015-0022>
- Stenhouse, L. (1987). *La investigación como base de la enseñanza*. Morata.
- Takey, S. M., & Carvalho, M. M. D. (2015). Competency mapping in project management: An action research study in an engineering company. *International Journal of Project Management*, 33(4), 784-796. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.10.013>
- Vélez-Torres, I., Vanegas, D. C., McLamore, E. S., & Hurtado, D. (2018). Mercury pollution and artisanal gold mining in Alto Cauca, Colombia: woman's perception of health and environmental impacts. *The Journal of Environment & Development*, 27(4), 415-444. <https://doi.org/10.1177/1070496518794796>
- Vicente, S., Alves, A. C., Carvalho, M.

Ruiz-Ruiz, Marcos Fernando; Díaz-Garay, Bertha Haydeé; Noriega-Aranibar, Maria Teresa
Gestión e investigación en ingeniería: revisión sistemática de literatura para Iberoamérica

S., & Costa, N. (2015). Business sustainability through employee's involvement: A case study. *FME Transactions*, 43(4), 362-360. <https://doi.org/10.5937/fmet1504362V>

interdisciplinary structured literature review and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 148. 119735. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119735>

Zaheer, H., Breyer, Y., & Dumay, J. (2019). Digital entrepreneurship: An