

Los beneficios de la Industria 4.0 en la industria automotriz de Baja California: Estudio de caso

MII. Ceseña Romero Paola Itzel

Universidad Autónoma de Baja California – UABC, Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4691-3182>

paola.cesena@uabc.edu.mx

Dra. García Rivera Blanca Rosa

Universidad Autónoma de Baja California – UABC, Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3114-4114>

blanca_garcia@uabc.edu.mx

Dr. Olguín Tiznado Jesús Everardo

Universidad Autónoma de Baja California – UABC, Facultad De Ingeniería, Arquitectura y Diseño

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6205-0973>

jeol79@uabc.edu.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio es generar información sobre el contraste entre la teoría y la práctica a través del análisis de un estudio de caso. Utilizando el método deductivo-inductivo, se realiza una entrevista a un experto en la industria automotriz para conocer los beneficios de la Industria 4.0 en el sector. Los resultados evidencian una falta de información sobre el concepto de Industria 4.0, pero demuestran conocimiento de sus derivados, como la manufactura aditiva y el uso de la nube. Las limitaciones incluyen que, dado que la entrevista es individual, el entrevistado puede sentirse cohibido, lo que podría afectar la fluidez de la conversación. La originalidad radica en que, aunque el concepto de Industria 4.0 es ampliamente utilizado en la investigación, no hay muchos estudios desde la teoría fundamentada.

Palabras Clave: Industria manufacturera; Revolución industrial, Beneficio, Software, Análisis cualitativo, Estudio de caso, Entrevista.

The benefits of Industry 4.0 in the automotive industry of Baja California:

Case study

ABSTRACT

The objective of this study is to generate information on the contrast between theory and practice through the analysis of a case study. Using the deductive-inductive method, an interview is conducted with an

expert in the automotive industry to understand the benefits of Industry 4.0 in the sector. The results highlight a lack of information regarding the concept of Industry 4.0, but demonstrate knowledge of its derivatives, such as additive manufacturing and cloud computing. Limitations include the possibility that, since the interview is individual, the interviewee may feel inhibited, which could affect the fluency of the conversation. The originality lies in the fact that, although the concept of Industry 4.0 is widely used in research, there are not many studies from grounded theory.

Keywords: Manufacturing industry; Industrial revolution; Benefit; Software; Qualitative analysis; Case study; Interview.

INTRODUCCIÓN

La industria 4.0 (I4.0), expuesta por primera vez en la Hannover Messe en 2011 en Alemania, con una mayor difusión en el 2016 en todo el mundo (Matt, Modrák, & Zsifkovits, 2021), es la transición de industria tradicional a una red de fábricas inteligentes, donde los componentes de la cadena de valor están entrelazados con el mundo digital, lo que significa que están profundamente integrados y conectados con las tecnologías y sistemas digitales (García, Cano, & Contreras, 2020). Orientada hacia la producción automatizada (Zakoldaev, Gurjanov, Shukalov, & Zharinov, 2020), la famosa manufactura o industria inteligente implica la interconexión y la informatización en la industria convencional (Masood & Sonntag, 2020). Con tecnologías que combinan interacciones de sistemas cibernéticos y físicos (es decir, aquellos equipos tecnológicos con fabricación automatizada) (Zakoldaev, Korobeynikov, Shukalov, Zharinov, & Zharinov, 2020) como: la simulación, realidad virtual, ciberseguridad (Ingaldi & Ulewicz, 2020), manufactura aditiva, co-robots, Big Data, la nube, etc. (García et al., 2020)

Esta cuarta revolución ha logrado un gran impacto positivo dentro de la industria manufacturera y un gran interés en los investigadores de todo el mundo, con más de 39mil artículos (ver Figura 1), en una de las bases de datos más reconocidas, la industria 4.0 se ha explorado de distintos enfoques como: las barreras (Cugno, Castagnoli, & Büchi, 2021), aplicaciones (Aydin Azizi, 2022), habilidades (Sony & Mekoth, 2022), etc. Sin embargo, muy poco se ha explorado desde la teoría fundamentada, ignorando la riqueza y complejidad de los datos recopilados en el campo, por tal motivo se busca explorar más a fondo la industria 4.0 desde la perspectiva de la teoría fundamentada, específicamente en los beneficios de la aplicación de estas nuevas tecnologías.

Figura 1

Artículos publicados en Scopus



Nota: Datos tomados de Scopus (Elsevier, 2024)

La teoría fundamentada (TF) conocida por su enfoque sistemático y su capacidad para generar teorías a partir del análisis de datos, el desarrollo de conceptos y la creación de teorías de rango medio que permitan la comprensión de un fenómeno en particular (Palacios-Rodríguez, 2020), se caracteriza por mantener una mente abierta y libre de prejuicios, construyendo una comprensión única del fenómeno estudiado (De la Espriella & Gómez Restrepo, 2020).

Propuesta en 1967 por Barney Glaser y Anselm Strauss en 1967, (Palacios-Rodríguez, 2020), la teoría fundamentada puede evitar que se utilicen teorías que no se ajustan bien o que no funcionan correctamente de manera oportunista, el autor intenta darles a sus datos un significado sociológico más general, así como explicar o interpretar lo que encontró (Glaser & Strauss, 1967) por medio de un experimento clínico, una encuesta, análisis de contenido, etc. Es un método comparativo, iterativo e interactivo (De la Espriella & Gómez Restrepo, 2020), que nos da perspectiva de aquel que tiene experiencia en el fenómeno (Turner & Astin, 2021)

El proceso de la Teoría Fundamentada no sigue una trayectoria regular ni uniforme; implica una secuencia de pasos en la que a veces es necesario retroceder, junto con períodos prolongados de trabajo monótono o de producción y creación. A continuación, se presentan los pasos que componen el estudio de la Teoría Fundamentada, desde la perspectiva de autores como Tarozzi (2020), De la Espriella y Gómez Restrepo (2020) y Turner y Astin (2021) (ver Tabla 1).

Tabla 1

Pasos de la teoría fundamentada

	Pasos	Descripción
Apertura	Encontrar un área de investigación	Análisis inductivo, el investigador no tiene ideas preconcebidas sobre los hallazgos.
	Definir la pregunta de investigación	
	Elegir métodos y herramientas	
Análisis	Recolección de datos	La recolección y el análisis de datos ocurren de manera paralela
	codificación (teórica, enfocada, abierta)	Descomposición de datos para asignación de etiquetas, de tal manera que se capture su esencia
	Escritura de memorandos	Registro de eventos, casos o categorías que registra el investigador, que le ayuda a desarrollar un análisis
	Muestro teórico	Seleccionar participantes con características de interés basadas en el análisis de datos y realizar ajustes al guion para explorar nuevas ideas
Teoría	Saturación teórica	Todos los conceptos que conforman la teoría están bien comprendidos y fundamentados en los datos
	Generar teoría	Crear una teoría sustantiva que explique las experiencias específicas de una población respecto a un fenómeno

La I4.0 ha sabido ganarse un lugar en la industria causando un gran impacto en ella (Ingaldi & Ulewicz, 2020) gracias a los grandes beneficios que ofrece como manufactura de calidad, ventaja competitiva, operación de costos, eficiencia operacional, manufactura flexible (Masood & Sonntag, 2020), desarrollo de servicios inteligentes, estandarización de los procesos de producción, disminución del impacto ambiental, etc. (Antony, 2021). Por tal motivo la siguiente investigación busca analizar los beneficios de la industria 4.0 a través de un caso de estudio que nos permita una exploración más detallada y profunda de los beneficios de la industria 4.0 en su contexto real con el propósito de comprender, interpretar y describir dichos beneficios de una manera más contextualizada y generar conocimiento, teorías y perspectivas que contribuyan al entendimiento de la importancia de la aplicación de las nuevas tecnologías en las industrias manufactureras en Baja California, con el fin de generar una cultura de innovación dentro del Estado.

Partiendo de una entrevista deductiva-inductiva, la cual es una combinación del método deductivo que parte de un marco teórico que permite generalizar a partir de casos específicos (Palmett, 2020) bajo un pensamiento analítico, lógico, crítico reflexivo (Eudaldo E. Espinoza - Freire, 2023) y el enfoque inductivo que comienza desde la observación y el análisis del individuo (Palmero Suárez, 2021) hacia la teorías o conceptos (Palmett, 2020).

La entrevista se realizó bajo el enfoque de la fenomenología, método de la investigación cualitativa creada por Edmund Husserl, filósofo de comienzos del siglo XX (Gagliano & Alberto, 2016). La fenomenología es el estudio de los fenómenos, es decir, es aquello que se da a sí mismo como experiencia vivida, es decir, se centra en cómo las cosas se presentan o se muestran en la conciencia del sujeto, sin añadir interpretaciones o prejuicios externos (Sanguino, 2020).

METODOLOGÍA

Para esta investigación, se busca profundizar en los beneficios y la percepción de la Industria 4.0. Para ello, se cuenta con la colaboración de un experto en la industria automotriz que ha trabajado en este sector durante más de seis años. Es decir, a través de un estudio de caso, se pretende responder a la pregunta: ¿cómo se juzgan los beneficios de la Industria 4.0 en una de las industrias más destacadas del sector automotriz en Baja California?

El proceso de recolección de datos se llevó a cabo mediante una entrevista grabada utilizando Google Drive, la cual fue posteriormente transcrita para su análisis en el software ATLAS.TI.

Para garantizar una adecuada estructuración de la entrevista y asegurar que se cubrieran exhaustivamente todos los aspectos relevantes, se optó por emplear un enfoque deductivo y se diseñó un cuestionario semiestructurado como herramienta metodológica. Este cuestionario elaboro para servir como guía durante el proceso de entrevista, con el propósito específico de evitar la omisión de preguntas clave relacionadas con los beneficios de la implementación de la Industria 4.0 en el contexto analizado. La elección de un enfoque deductivo se fundamentó en la necesidad de seguir un marco preestablecido y dirigir la atención hacia los aspectos identificados como prioritarios en la investigación, lo cual permitió una cobertura exhaustiva de los temas relevantes sin descuidar ningún detalle importante.

Para la entrevista se seleccionó a un experto en la industria automotriz quien nos compartió sus experiencias referentes a las nuevas tecnologías y su conocimiento acerca de la industria 4.0, donde rescatamos frases como:

“nunca había escuchado de la industria 4.0.”

“Siguiendo las siglas, normalmente cuando alguien implementa lo que son las siglas, uno cero, dos cero significa pues que mejora. O sea, que está mejorando, ya sea porque se está implementando nuevos procesos, nuevas tecnologías. Eso quiero entender que trata.”

En el contexto de este estudio, se pudo constatar que el concepto de Industria 4.0, también conocido como la cuarta revolución industrial, no goza de una amplia difusión dentro del sector analizado. No obstante, se observó que es fácil de comprender a que se refiere, esto debido en gran medida a la naturaleza evolutiva de la industria a lo largo de los años y a las diversas actualizaciones tecnológicas que han ido moldeando su trayectoria.

Para continuar con el análisis de lo comentado por el experto, una vez transcrita la entrevista se trabajó en el software para la investigación cualitativa ATLAS.TI, en el cual se inició con siete códigos establecidos bajo el método deductivo (ver Tabla 1), que parten del interés de profundizar en los beneficios que se adquieren en la implementación de la industria 4.0.

Tabla 2

Códigos deductivos

Código	Descripción operacional
Beneficios	Que aportaciones positivas se obtienen con la aplicación de las nuevas tecnologías
Calidad	Mejora del producto o el servicio
Necesidades del cliente	Procedimientos o atenciones al cliente para mejorar su experiencia
Sustentabilidad	Acciones positivas para el medio ambiente o hacia la seguridad de los trabajadores
Procesos	Procedimientos dentro la empresa relacionados con el manejo de las nuevas tecnologías
Industria 4.0	las nuevas tecnologías
Uso	Como se aplican las tecnologías referentes a las I4.0

Sin embargo, por medio del método inductivo se decidió agregar otros cuatro códigos que se pueden observar en la Tabla 3, para darle un mayor contexto a la investigación desde el punto de vista de lo vivido.

En relación con la frecuencia de los códigos establecidos mediante un enfoque deductivo-inductivo (ver Figura 3), es notable cómo los códigos añadidos a través del análisis de la entrevista, claramente identificados por el color verde, se destacan de manera significativa a lo largo de todo el transcurso de la entrevista. Este fenómeno resalta la importancia de la información emergente y contextualizada que surge del propio diálogo con el experto.

No obstante, es interesante observar que términos como "Industria 4.0" y "uso" también tienen una presencia considerable en las conversaciones. Esta observación sugiere la relevancia y el enfoque centrado en temas específicos dentro del ámbito de la Industria 4.0 durante las interacciones investigativas, sin embargo, esto se debe debido a la forma tan detallada en la cual el entrevistado nos explica el uso de dos tecnologías que forman parte de los pilares de la industria 4.0 (ver Tabla 4), que a pesar de que el sujeto desconocía que la impresión 3D y la nube formaban parte de esta cuarta revolución industrial.

Tabla 4

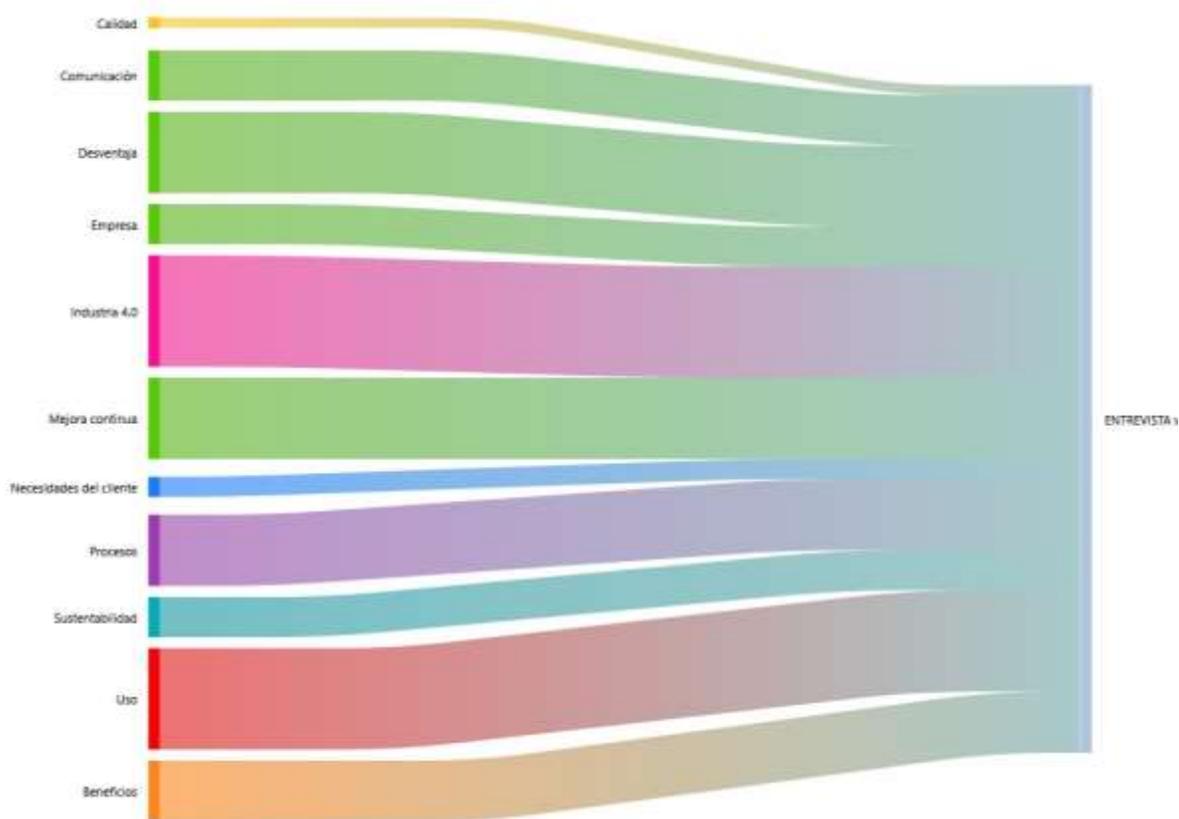
Segmento de códigos

Código	Segmento
Industria 4.0	“hubo varios ingenieros, recuerdo uno que fueron los que se capacitaron, que cuando escuchó que iba a llegar lo que es la impresora 3D, pues le brillaron los ojos”
Uso	“el departamento de manufactura nos llegó a pedir que se imprimiera un jig ya sea para para tratar de utilizarlo una vez y ver si funcionaba o para ya usarlo directamente”
Uso	“se nos inculcó el manejo de manejar la información dentro del servidor más que en la propia computadora”

Por otro lado, se puede observar una notable diferencia en la frecuencia del término "calidad", el cual, a pesar de su relevancia teórica, no parece ser un factor de gran peso en el contexto real. Esta diferencia entre la teoría y la práctica resalta la importancia de adaptar los marcos conceptuales a las realidades concretas del campo investigado.

Figura 3

Frecuencia de códigos



Una vez eliminado el código de calidad debido a la falta de relevancia dentro de la entrevista, se procedió a la elaboración de la red (ver Figura 4) donde se presenta como la industria 4.0 se relaciona con el uso de las tecnologías, pero al mismo tiempo se exponen situaciones dentro de la entrevista donde esta cuarta revolución se presenta como una desventaja:

“dos meses se nos bloquearan hackers llegaron y se nos bloquearon dos servidores donde están literalmente la información de varios dibujos.”

No obstante, eran situaciones las cuales se pudieron haber evitado por medio de otra tecnología como en este caso con la ciberseguridad.

De igual manera se observa el código de mejora continua el cual se refuerza, gracias a la integración de tecnologías como la nube por medio de servidores:

“Entonces como que ahora sí ya detenían más lo que son ese tipo de correos, pero fue hasta después de que pasó el accidente, no antes.”

Como otro código relevante tenemos a la “Empresa” la cual nos da un contexto de cómo se trabaja dentro de esa industria y como el ambiente afecta a la comunicación:

“la empresa está más enfocada en lo que es produce, produce, produce, produce, no cambias nada de lo que está, así como lo tenemos ahorita, se está haciendo el número uno, mantenerlo así, no lo modifiques.”

Por último, tenemos a los beneficios que por inercia podríamos entender que podría ser causa de la sustentabilidad, sin embargo, gracias a la entrevista podemos ver que a no se está respetando el proceso sustentable que conlleva la adquisición de tecnologías:

“Cuando se instaló la impresora, se nos comentó, inclusive se nos trajo lo que es una lavadora, que es donde se echaban los químicos para ahora sí quitar lo que es la basura, que no es la pieza. Nunca la usamos, nunca se usó la lavadora.”

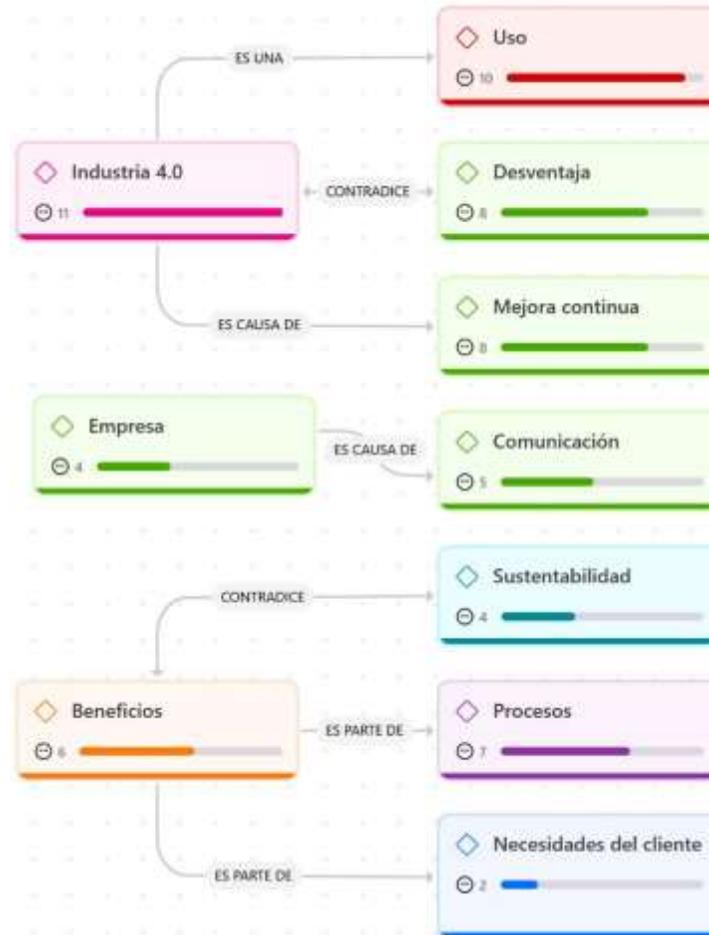
Pero vemos como la aplicación de las tecnologías ha causado beneficios que han influido los procesos y las necesidades del cliente:

“Colocaban un aparato, daba este la señal, este se lo colocaba a una caja y esta caja pues va pasando por las diferentes estaciones de la línea, entonces lo que hacía el aparato era mandar la información de dónde estaba, cuánto tiempo tardaba en avanzar entre una y otra y la almacenaban en una página, en una página de Internet o en un servidor.”

“se tenía todo lo que son las shop order, o sea que son las órdenes del cliente, todas las de cierto año a cierto año con su número de material y especificado con cada revisión. Este podrías buscarlo”

Figura 4

Red de códigos



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación revela que la comprensión y la implementación de la Industria 4.0 en una destacada empresa del sector automotriz en Baja California es un proceso complejo, con múltiples dimensiones. El uso de un cuestionario semiestructurado basado en un enfoque deductivo permitió una cobertura más específica de los aspectos relevantes. A través de la entrevista se observó que, aunque el término "Industria 4.0" no es ampliamente conocido, los conceptos derivados son comprensibles debido a la evolución tecnológica constante en el sector, así como frases que indican una comprensión intuitiva de los beneficios tecnológicos. Por lo tanto, se recomienda fortalecer el concepto dentro de las industrias, para fortalecer el uso de las tecnologías, ya que, se genera un mayor interés al manejarlas por un concepto innovador que como tecnologías por separadas.

Los beneficios identificados incluyen mejoras en los procesos y satisfacción de las necesidades del cliente. Sin embargo, también se reconocieron desventajas, como problemas de ciberseguridad, que subrayan la necesidad de una implementación cuidadosa y estratégica de las tecnologías de la Industria 4.0.

Como una futura línea de investigación es importante analizar diferentes industrias del sector automotriz y hacer una comparativa entre ellas, con el fin de identificar si los beneficios o desventajas dentro de las industrias en el contexto de industria 4.0 es el mismo para cada caso.

CONCLUSIONES

Como conclusión podemos decir que los beneficios de la Industria 4.0 en la industria automotriz de Baja California se juzgan mediante una combinación de análisis teórico y experiencias prácticas dentro de esta investigación, dejándonos saber que, aunque hay una comprensión limitada del término en sí, las aplicaciones tecnológicas específicas y sus beneficios son evidentes para los profesionales del sector. Así mismo, es importante destacar la relevancia de adaptar los marcos teóricos a las realidades del campo y de considerar tanto las ventajas como las desventajas prácticas de las nuevas tecnologías dentro de futuras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antony, J. (2021). Industry 4.0 benefits, challenges critical succes factors: COmparative analysis through the lens of resource dependence theory across continents and economies. *Journal of Manufacturing Tachnology Management*, 1–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2022-0371>
- Aydin Azizi, R. V. B. (2022). *Industry 4.0 Technologies, Applications, and Challenges*. Singapore: Springer Nature Singapore.
- Cugno, M., Castagnoli, R., & Büchi, G. (2021). Openness to Industry 4.0 and performance: The impact of barriers and incentives. *Technological Forecasting and Social Change*, 168, 120756. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120756>
- De la Espriella, R., & Gómez Restrepo, C. (2020). Research methodology and critical reading of studies: Grounded theory. *Revista Colombiana de PsiquiatríaColombiana de Psiquiatría*, 49(2), 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.rcpeng.2018.08.001>
- Elsevier. (2024). Scopus. Retrieved from <https://www.scopus.com/>
- Eudaldo E. Espinoza - Freire. (2023). La enseñanza de las ciencias sociales mediante el método deductivo. *Revista Mexicana de Investigación e Intervención Educativa*, 2, 34–41. Retrieved from

<https://orcid.org/0000-0002-0537-4760>

- Gagliano, T., & Alberto, P. (2016). La fenomenología y la argumentación jurídica: ¿una conexión posible?
- García, J. I., Cano, R. E., & Contreras, J. D. (2020). Digital retrofit: A first step toward the adoption of Industry 4.0 to the manufacturing systems of small and medium-sized enterprises. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 234(8), 1156–1169. <https://doi.org/10.1177/0954405420904852>
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research. In *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research* (p. 4). New Jersey: Aldine Transaction.
- Ingaldi, M., & Ulewicz, R. (2020). Problems with the implementation of industry 4.0 in enterprises from the SME sector. *Sustainability (Switzerland)*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/SU12010217>
- Masood, T., & Sonntag, P. (2020). Industry 4.0: Adoption challenges and benefits for SMEs. *Computers in Industry*, 121, 103261. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103261>
- Matt, D. T., Modrák, V., & Zsifkovits, H. (2021). Implementing Industry 4.0 in SMEs: Concepts, Examples and Applications. *Implementing Industry 4.0 in SMEs: Concepts, Examples and Applications*, 1–429. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-70516-9>
- Palacios-Rodríguez, O. (2020). La teoría fundamentada: origen, supuestos y perspectivas Grounded Theory: Origin, Assumptions and Perspectives La teoría fundamentada: origen, supuestos y perspectivas. *Revista Reflexión Teórica*, 22, 47–70. Retrieved from <https://orcid.org/0000-0002-8842-8233>
- Palmero Suárez, S. (2021). La enseñanza del componente gramatical: El método deductivo e inductivo. *Trabajo de Fin de Máster*, 1–67.
- Palmett, A. (2020). Métodos inductivo, deductivo y teoría de la pedagogía crítica. *Revista Crítica Transdisciplinar*, 3(1), 36–42. Retrieved from <https://orcid.org/0000-0002-0537-4760>
- Sanguino, N. C. (2020). Fenomenología como método de investigación cualitativa: preguntas desde la práctica investigativa. *Revista Latinoamericana de Metodología de La Investigación Social*. Retrieved from http://relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/fenomenologia_como_metodo
- Sony, M., & Mekoth, N. (2022). Employee adaptability skills for Industry 4.0 success: a road map. *Production and Manufacturing Research*, 10(1), 24–41. <https://doi.org/10.1080/21693277.2022.2035281>
- Tarozzi, M. (2020). What is grounded theory? In *What is grounded theory?* (p. 47). New York: Bloomsbury.

Turner, C., & Astin, F. (2021). Grounded theory: what makes a grounded theory study? *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 20(3), 285–289. <https://doi.org/10.1093/eurjcn/zvaa034>

Zakoldaev, D. A., Gurjanov, A. V., Shukalov, A. V., & Zharinov, I. O. (2020). Products of the Industry 4.0 competence centers. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 734(1), 0–5. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/734/1/012043>

Zakoldaev, D. A., Korobeynikov, A. G., Shukalov, A. V., Zharinov, I. O., & Zharinov, O. O. (2020). Industry 4.0 vs Industry 3.0: The role of personnel in production. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 734(1), 6–12. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/734/1/012048>