

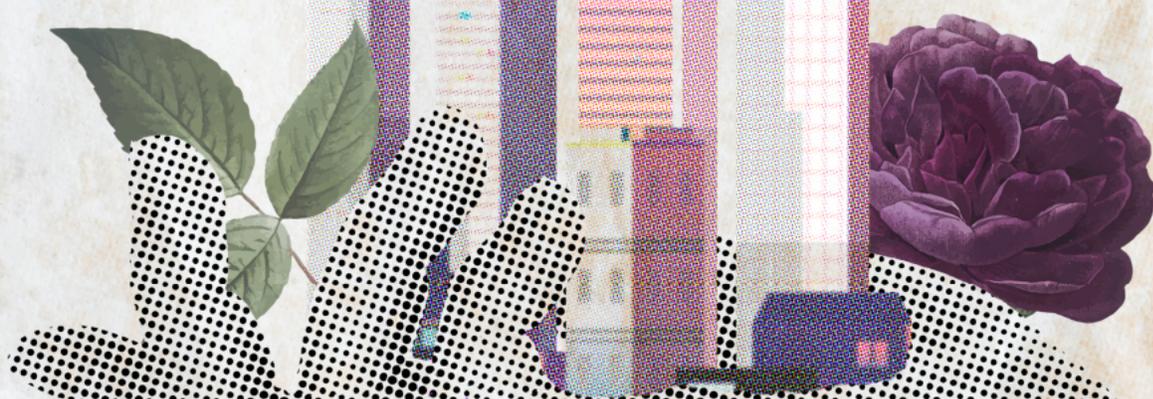
# Administración y Organizaciones

Enero - Junio 2023

Año 26

No. 50

# 50



# *Administración y Organizaciones*

Volumen 26 | No. 50

enero – junio 2023



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
**Unidad Xochimilco**

Administración y  
Organizaciones

Vol. 26 No. 50

enero – junio 2023

Ciudad de México,  
México

ISSN 2683-2534

*Administración y Organizaciones* se encuentra incluida en los siguientes sistemas de información:



Y bajo una licencia de Creative Commons:



Los autores son responsables de los artículos aquí publicados. Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos citando la fuente y el autor o autores.



**Rector General:** Dr. José Antonio de los Reyes Heredia  
**Secretaria General:** Dra. Norma Rondero López

### **UNIDAD XOCHIMILCO**

**Rector:** Dr. Francisco Javier Soria López  
**Secretaria de Unidad:** Dra. María Angélica Buendía Espinosa

### **DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES**

**Directora:** Mtra. Dolly Espínola Frausto  
**Secretaria Académica:** Dra. Silvia Pomar Fernández

### **DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ECONÓMICA**

**Jefa de Departamento:** Dra. Graciela Carrillo González

## **EDITOR FUNDADOR †**

Mtro. Ricardo Antonio Estrada García

## **EQUIPO EDITORIAL**

### **Editor**

Dr. Angel Wilhelm Vázquez García

### **Coeditora**

Dra. Graciela Carrillo González

### **Editora técnica**

Mtra. Gubisha Ruiz Morán

### **Asistente Editorial**

D.C.G. Amada Edith Barrera Arizmendi

### **Diseño de portada**

D.C.G. Amada Edith Barrera Arizmendi

## **COMITÉ EDITORIAL**

Dra. Regina Leal Güemez

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México

Dr. Ayuzabeth de la Rosa Alburquerque

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México

Dra. Esther Morales Franco

Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, México

Dra. Roxana Muñoz Hernández

Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco, México

Dr. Salvador Tonatiuh Porras Duarte

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

Dr. Eduardo Bueno Campos

Escuela de Negocios, UDIMA, España

Dra. Adriana Patricia Uribe Uran

Universidad Sergio Arboleda, Colombia

Dr. Manuel A. Garzón Castrillón

Fundación para la Investigación y el Desarrollo Educativo Empresarial, Colombia

Dr. Jorge Ríos Szalay

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dr. Ricardo Contreras Soto

Universidad de Guanajuato, Celaya, México

# Revista Administración y Organizaciones



Revista de la División de Ciencias Sociales y Humanidades  
Departamento de Producción Económica  
Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco  
ISSN 2683-2534

Administración y Organizaciones, volumen 26, Número 50, enero-junio de 2023, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Producción Económica.

Prolongación Canal de Miramontes 3855, Colonia Ex Hacienda de San Juan de Dios, Alcaldía Tlalpan, Código Postal 04960, Ciudad de México y Calzada del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Código Postal 04960, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México. Página electrónica de la revista: <https://rayo.xoc.uam.mx/index.php/Rayo> y dirección electrónica: [rayo@correo.xoc.uam.mx](mailto:rayo@correo.xoc.uam.mx), Editor responsable: Angel Wilhelm Vázquez García. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2022-102816341700-102; ISSN 2683-2534, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Angel Wilhelm Vázquez García, departamento Producción Económica, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Código Postal 04960, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México-

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor responsable de la publicación.

Administración y  
Organizaciones

Vol. 26 No. 50

enero – junio 2023

Ciudad de México,  
México

ISSN 2683-2534

# ÍNDICE

## ARTÍCULOS

### **Impacto de la Gestión de calidad en la productividad, una perspectiva desde la norma IATF-16949**

*Impact on Productivity Quality Management, a perspective from the IATF-16949 standard*

Leoncio Baltazar Baltazar-Jiménez, Maribel Cárdenas Parrales, Manuel Alejandro Gutiérrez González

### **Estrategias metodológicas Suchman y dominio de capacidades de indagación científica en estudiantes de una universidad pública de Lima**

*Suchman methodological strategies and mastery of scientific inquiry skills in students of a public university in Lima*

Sylvia Violeta Saldaña Morales

### **Innovación social y gobernanza en el contexto de una organización rural del tercer sector en Zumpahuacán, Estado de México**

*Social innovation and governance in the context of a rural third sector organization in Zumpahuacán, State of Mexico*

Karina Jacqueline Poot Rodríguez, Patricia Mercado Salgado, Juan Jesús Velasco Orozco

### **Las fuentes de novedad inventiva en las baterías de plomo-ácido de los vehículos eléctricos**

*Sources of inventive novelty in electric vehicle lead-acid batteries*

Arturo Lara Rivero, Guadalupe Jaimes Gutiérrez, Ricardo Artemio Chávez Meza

## ARTÍCULO POR INVITACIÓN

### **History and evolution of Neuromarketing**

*Historia y evolución del neuromarketing*

José T. Marín Aguilar, Marco E. Rivera Martínez, Aura A. Díaz Duarte, María del C. Martínez Serna

## ENTREVISTA

### **¡Haz algo por tu país!: Sustentabilidad, Economía circular y Mipymes. Una charla con el Dr. Gonzalo Maldonado**

*Do it for your country! Sustainability, Circular Economy and SMEs. A conversation with Ph.D. Gonzalo Maldonado*

Graciela Carrillo González, Angel Wilhelm Vázquez García

## RESEÑAS DE LIBROS

### **La economía circular una práctica de apoyo a la protección del medio ambiente**

*The circular economy a practice to support of environmental protection*

Yadira Cuéllar Miranda

## Impacto de la Gestión de calidad en la productividad, una perspectiva desde la norma IATF-16949

### *Impact on Productivity Quality Management, a perspective from the IATF-16949 standard*

Leoncio Baltazar Baltazar-Jiménez, Maribel Cárdenas Parrales, Manuel Alejandro Gutiérrez González

Fecha recepción 30 de abril de 2022. Fecha de aceptación 15 de octubre de 2022.

### Resumen

El objetivo de esta investigación es analizar el impacto en el nivel de productividad en una empresa prototipo del sector eléctrico automotriz clasificada en el apartado 335920 del Sistema de Clasificación para América del Norte (INEGI, 2018), con motivo de la adopción de la norma IATF-16949. La estrategia metodológica es cuantitativa, se desarrolló a partir de un estudio comparativo mediante un análisis de varianza con un nivel de significancia del 95% ( $\alpha=0.05$ ) para los indicadores de desperdicio, disponibilidad operacional, cumplimiento de especificaciones y entregas a tiempo. Entre los principales hallazgos, se corroboró que un sistema de gestión de calidad vinculado a herramientas de control bajo la norma automotriz IATF-16949, mejora la productividad organizacional e incrementa el Índice General de Productividad, condición que favorece a la detección, prevención y tratamiento de los puntos críticos de control en todas las fases del proceso.

**Palabras clave:** Productividad, gestión, calidad, proceso, índice de productividad.

**Código JEL:** L11, L15, M1, M11

### Abstract

The objective of this research is to analyze the implications on the level of productivity in a prototype company of the automotive electrical sector classified in section 335920 of the Classification System for North America (INEGI, 2018), due to the adoption of the IATF-16949 standard. The methodological strategy is quantitative, with a correlational scope and experimental design; it was developed from a comparative study using an analysis of variance with a significance level of 95% ( $\alpha=0.05$ ) for the indicators level of waste, operational availability, compliance with specifications and on-time deliveries. Among the main findings, it was corroborated that a quality management system linked to control tools under the automotive standard IATF-16949, improves organizational productivity and increases the General Productivity Index, a condition that favors the detection, prevention and treatment of critical control points in all phases of the process.

**Keywords:** Productivity, management, quality, process, productivity index.

**JEL Code:** L11, L15, M1, M11

•••••

- I Universidad Tecnológica de Querétaro. Doctor en Administración por la Universidad de Autónoma de Querétaro. [lbaltazar@uteq.edu.mx](mailto:lbaltazar@uteq.edu.mx).  
ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-8579-1854>
- II Universidad Tecnológica de Querétaro. Maestra en administración por la Universidad Autónoma de Querétaro. [mcardenas@uteq.edu.mx](mailto:mcardenas@uteq.edu.mx).  
ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-3780-5860>
- III Universidad Tecnológica de Querétaro. Maestro en Administración por la Universidad Popular Autónoma de Puebla y Doctor en Ciencias Humanas por el Centro Universitario de la Ciudad de México (UCIME). [alejandro.gutierrez@uteq.edu.mx](mailto:alejandro.gutierrez@uteq.edu.mx) .  
ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-0799-5421>

## Introducción

De acuerdo con el Instituto Mexicano de Competitividad (IMCO) (2021), el Estado de San Luis Potosí, México, se ubica en un nivel de competitividad medio alto de acuerdo con sus seis rangos de clasificación por entidad federativa publicados por dicho organismo. Para esta entidad, la industria automotriz es uno de los principales motores de desarrollo, siendo la dedicada al plástico la principal actividad de proveeduría OEM,<sup>1</sup> no solo para la entidad sino para toda la región. Los Censos Económicos publicados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2019), reportan para San Luis Potosí en lo referente a la industria automotriz una producción total fija anual equivalente a los 464,434.831 millones de pesos y una ocupación de 79,000 puestos de trabajo directos, así como una participación del 7.3% del Producto Interno Bruto para el país.

Sin embargo, a pesar del dinamismo económico del que goza esta industria, también es cierto que enfrenta retos y desafíos acuciantes, pues el entorno global y el incipiente nivel de competitividad empresarial han empujado al sector automotriz a la innovación y mejora de sus procesos, siendo la creación de valor organizacional una constante que prima en las oportunidades de negocio. Los requerimientos actuales del mercado para este sector ya no privilegian únicamente los aspectos atribuibles al producto, sino que también demandan el cumplimiento de actividades de valor añadido como parte de su trazabilidad, aprovisionamiento y distribución, sin dejar de lado su nivel de productividad organizacional.

En México, la industria automotriz es considerada un eslabón importante de la economía nacional. De acuerdo con los Censos Económicos 2021 (INEGI, 2021), esta actividad contribuye con un 19.8% del PIB manufacturero del país, de manera que, a nivel internacional, nuestro país se ha posicionado como el octavo productor de vehículos en el mundo. En este mismo sentido la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA, 2021) reporta para este sector una ocupación de un millón de empleos directos y un millón de empleos indirectos.

La industria automotriz es un segmento que siempre se ha mantenido en constante evolución y cambio tecnológico, las demandas actuales y los temas de innovación trascienden al producto y trastocan actividades de valor añadido en aprovisionamiento, esquemas de distribución y niveles de productividad. En respuesta a estas demandas la norma de gestión de calidad IATF-16949<sup>2</sup> surge como una oportunidad de negocio, toda vez que aspira a facilitar la mejora continua de los procesos enfatizando la prevención de defectos y la mejora de la productividad como parte de la reducción de la variación y del desperdicio en la cadena de suministro.



1 OEM (*Original Equipment Manufacturer*), es un fabricante de equipos originales con capacidad para confeccionar componentes para otras empresas bajo especificaciones precisas de la firma solicitante. La distinción OEM aplica principalmente para la industria de autopartes.

2 IATF (*International Automotive Task Force*) es una norma orientada a definir las mejores prácticas en el diseño, desarrollo, servicio y fabricación de componentes relacionados con la automoción. Esta norma surgió en 2016 y sustituyó a la norma ISO/TS16949.

En respuesta a estas condiciones, algunas empresas del sector automotriz, en el afán de exceder su desempeño productivo, así como los estándares de satisfacción del cliente y aumentar las oportunidades de negocio, incorporaron la norma IATF-16949, adaptando los procesos que hasta el año 2016 estaban incorporados en la norma ISO/TS 16949 versión 2009. Con este cambio, las empresas del sector han centrado sus esfuerzos en obtener reconocimiento del proveedor, demostrando con ello la conformidad con los requisitos del cliente, además de que se mejoraron sus procesos productivos.

La importancia de los sistemas de gestión de calidad vinculados a los procesos de producción y operación del sector de automoción como herramientas para potenciar la productividad y competitividad de las empresas, ha sido ampliamente estudiada. Para Bakkali (2015), la Norma UNE-ISO/TS16949 además de lograr la conformidad del cliente, ha garantizado que los componentes, piezas y sistemas de seguridad del automóvil cumplan con la reglamentación aplicable, situación que ha favorecido el progreso continuo de los productos y el establecimiento de mejores precios con motivo de la productividad, así como la investigación y el desarrollo de nuevos componentes que influyen en la seguridad del propio vehículo y su entorno.

Para el desarrollo de este trabajo se recurrió como unidad de estudio a una empresa productora y proveedora de partes eléctricas con recubrimiento plástico para la industria automotriz. Esta empresa es parte importante del clúster propio de esta manufactura ubicado en la ciudad de San Luis Potosí, México. El proceso de producción que sirve de base para la fabricación de recubrimientos plásticos en las partes eléctricas se realiza mediante un conjunto de líneas de mezclado de compuestos aislantes a base de poliolefinas,<sup>3</sup> a través de un extrusor continuo tipo Buss 10-14. La capacidad total actual es aproximadamente de setenta toneladas mensuales, que potencialmente puede ser incrementada si se mejoran los niveles de productividad y se optimiza su funcionamiento.

Desde el inicio de sus actividades en el año 2000, la planta estudiada realizó el proceso de mezclado de un único compuesto, sin embargo, a partir del año 2015 y por la tendencia mundial hacia el uso de las poliolefinas, surgió la necesidad de incrementar la variedad de compuestos mezclados, así como asegurar la calidad de estos, garantizando en todo momento niveles de productividad, calidad del producto y satisfacción del cliente.

Es menester hacer notar que los procesos de I+D vinculados a los procesos productivos de la industria del plástico han detonado en el desarrollo de nuevos materiales, tales como las poliolefinas, los cuales además de ser innovadores y cumplir con los estándares de resistencia y calidad, también resultan amigables con el medio ambiente y seguros para las personas. El empleo de estos componentes se ha incorporado a la industria automotriz, así como a la de la construcción en la fabricación de tuberías, y recientemente, se ha vuelto parte de las cadenas de suministro a través del uso de películas, bolsas plásticas y embalajes.

Con motivo de lo anteriormente expuesto, es que se estudia el papel de la Norma IATF-16949 en el nivel de productividad organizacional, la calidad del producto, la conformidad del cliente y el cumplimiento de la reglamentación aplicable. Frente a esto, las preguntas que surgen y guían este trabajo de investigación, son: ¿cuál es el impacto en la productividad organizacional con motivo de la adopción de la Norma IATF-16949? y, ¿cómo se ha caracterizado este proceso?

.....

<sup>3</sup> Las poliolefinas son polímeros sintetizados a partir del etileno. En esta categoría se incluyen todos los materiales plásticos sintetizados a partir de hidrocarburos alifáticos de cadena corta (olefina). Se trata de un material innovador ampliamente usado en el sector de automoción.

Si bien, hasta ahora los diversos estudios en torno a los sistemas de gestión de la calidad vinculados a los procesos productivos han estado centrados en el cumplimiento de los requerimientos del cliente y la conformidad del producto, las condiciones actuales de negocio, al igual que los desafíos corporativos en materia de ética, legalidad, medio ambiente y sostenibilidad, han marcado la pauta para estudiar las implicaciones que los sistemas referidos tienen en la productividad organizacional. En este sentido, la norma IATF-16949 emerge como una opción integral con capacidades de gestión, prevención, contención y responsabilidad social; todas ellas vinculadas al avance de la productividad e innovación.

Por tanto, la contribución teórica del presente texto está centrada en aportar evidencia sobre las implicaciones que la adopción de la norma IATF-16949 tiene en la productividad organizacional y los rendimientos en innovación y mejora de los procesos. Si bien, la norma IATF-16949 contempla la prevención de riesgos como un elemento clave en la mejora de la calidad de los procesos, para efectos de este trabajo los esfuerzos se enfocaron en el incremento de la conformidad del cliente y, por ende, en la mejora de la productividad.

## Guía teórica

### 1.1 Sistemas de gestión de calidad

La calidad total y la cultura del mejoramiento continuo se encuentran inscritos en la “Teoría de las organizaciones” como elementos estratégicos para el diseño de metas organizacionales, cuya inclinación está orientada en alcanzar la mayor satisfacción de clientes o usuarios de productos y servicios. En este sentido, se sabe que la implantación de un sistema de gestión de calidad tiene un papel transformador, toda vez que otorga un valor agregado en productos y servicios, impactando la eficiencia organizacional, la mejora continua, la optimización de recursos y el aumento del desempeño.

Para Tarí *et al.* (2012), las motivaciones que impulsan a las organizaciones para adoptar un sistema de gestión de calidad son de naturaleza interna o externa; las primeras se encuentran relacionadas con la fiabilidad de las operaciones, la mejora de los procesos, la reducción de costos, el aumento de la productividad y la eliminación de errores, mientras que dentro de las segundas, se ubica la satisfacción de clientes, la disminución del número de quejas y reclamaciones, el cumplimiento del reglamento aplicable a la industria, entre otras. En definitiva, los beneficios de la implantación de un sistema de calidad están directamente relacionados con resultados de naturaleza financiera, operativa y comercial (Casadesús y Karapetrovic, 2005).

La evidencia empírica sugiere que las empresas que han adoptado los sistemas de gestión de calidad como parte integral de sus procesos, reportaron numerosos beneficios. Para la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) (2008), la implantación de los sistemas de gestión de calidad en las empresas trae consigo un incremento en la satisfacción de los clientes a través de la generación de productos y servicios conforme a sus necesidades y expectativas; en tanto que para Sampaio *et al.* (2009), la vinculación de un sistema de gestión de calidad a los procesos de la compañía, reporta beneficios de carácter comercial y de mejora en la imagen corporativa, lo que se traduce en confianza y un aumento en los contratos de ventas.

En el año de 1947, surgieron las normas ISO (*International Organization for Standardization*) con el propósito de homologar los esfuerzos orientados a mejorar y estandarizar las acciones dirigidas al crecimiento de la calidad de los productos y con ello, la satisfacción del

cliente. Esta organización agrupó por primera vez a 160 países en una federación mundial que reunía a todos los Organismos Nacionales de Normalización. Posteriormente, en 1980, dicha federación designó Comités Técnicos y con ello una familia de normas que se convirtieron en el lenguaje universal de todos los sistemas de calidad; así, finalmente, en 1987, se publicaron por primera vez las Normas ISO 9000, y en 1994 las Normas ISO 9001, ambas otorgantes del sello de conformidad por el Sistema de Gestión de Calidad de producción de productos o servicios (ISO, 2018).

Más adelante, en 1999, como respuesta a la necesidad de una norma de gestión de calidad uniforme y aplicable exclusivamente a los proveedores de la industria automotriz de todo el mundo, la *International Automotive Task Force* (IATF) desarrolló la norma ISO/TS 16949:2002, la cual incluía a la ISO 9000 y en 2002 fue revisada para alinearla con la ISO 9001:2000, de forma que cumpliera con todos los requisitos específicos del sector automotriz, de acuerdo con las normas de calidad estadounidense QS9000, la alemana VDA 6.1, la EAQF francesa y la italiana AVSQ. Hoy se sabe que la certificación de estas especificaciones técnicas proporciona un reconocimiento global para todos los proveedores de la industria automotriz alrededor del mundo. La norma ISO/TS 16949 estuvo vigente hasta 2016, cuando fue sustituida por la actual norma IATF-16949 en su primera versión del mismo año.

### **1.1.1 Norma IATF-16949**

En virtud de los cambios y exigencias que ha sufrido la industria automotriz, en octubre de 2016 se publicó una amplia actualización a la norma de calidad del sector ISO/TS 16949:2009, dando como resultado el surgimiento de la norma IATF-16949:2016, que vino a sustituir a la primera. Con esta actualización, la *International Automotive Task Force* (IATF) alineó la norma con la versión más reciente de la regulación de gestión de calidad ISO 9001:2015, por lo que se aduce que la IATF-16949 no es una norma única, sino que debe ser implementada en conjunto con la ISO 9001. La IATF-16949 se caracteriza por el énfasis realizado en la mejora continua de los procesos, la prevención de defectos, la reducción de variaciones y desviaciones, así como el cumplimiento de los requisitos del cliente de forma efectiva.

Los esquemas de proveeduría OEM exigen la certificación IATF-16949 como requisito previo al contrato; de esta forma, un proveedor con un certificado de tal índole queda registrado automáticamente en la correspondiente base de datos mundial. Los fabricantes de equipos originales (OEM) recurren a esta base de datos para establecer relaciones de negocio de manera que se salvaguarden sus sistemas de calidad y se dé cumplimiento a los requerimientos de la industria automotriz. Dentro de los beneficios que se han observado con motivo de la certificación en la norma IATF-16949 se encuentran los siguientes: mejora en los procesos y calidad de los productos, reducción de segundas y terceras auditorías a los procesos, incremento de la confianza en los procesos de licitación de contratos de abastecimiento global, ampliación de la credibilidad como parte de los procesos de licitación de contratos de aprovisionamiento, reducción de desviaciones de producción y mejora de la eficiencia en la fabricación.

## **1.2 Productividad organizacional**

La dinámica organizacional y los procesos de globalización han empujado a las empresas a la búsqueda de un alto nivel competitivo, lo que significa alcanzar mejores posiciones de mercado frente a sus competidores; sin embargo, la competitividad es un tema amplio y complejo, dado su carácter multifactorial (Saavedra *et al.*, 2013). En este sentido, se puede decir que no hay

competitividad sin productividad, pues así queda demostrado en el modelo de Competitividad Sistémica del Instituto Alemán de Desarrollo (Esser *et al.*, 1996), el cual reconoce a la productividad como un elemento impulsor de la competitividad en el nivel micro.

La productividad como consecuencia del desempeño organizacional tiene que ver con los resultados que se obtienen de un proceso o un sistema respecto de los recursos utilizados durante el procedimiento, en términos generales se dice que la productividad se mide por el cociente formado por los recursos logrados *versus* los recursos empleados. La teoría administrativa con enfoque a los procesos productivos hace relación directa a dos conceptos: eficacia y eficiencia, quedando representada la primera por la relación entre el resultado alcanzado y los medios utilizados, mientras que la eficacia representa el grado en que se desarrollan las actividades programadas en términos de los resultados planeados. Para la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2016), la productividad se define como el uso eficaz de la innovación y los recursos para aumentar el agregado añadido de productos y servicios.

La importancia de estudiarla y medirla radica fundamentalmente en su capacidad para impulsar el crecimiento económico organizacional (OCDE, 2014), ya que la evidencia empírica sugiere que elevar los niveles de productividad trae consigo mayor competitividad empresarial. Para Medeiros *et al.* (2020), esta involucra al menos tres factores a considerar como puntos clave en este proceso: cambio tecnológico, eficiencia y ahorros reales en los costos de producción. Esto significa que la productividad refleja los niveles de eficiencia con los que las empresas obtienen un determinado valor de producción, utilizando el mínimo de recursos requeridos dadas las condiciones tecnológicas y los sistemas de gestión adoptados como parte de los procesos.

Existen diferentes formas de medir la productividad, aunque el criterio y el parámetro de medida obedecen al objetivo con que se efectúa la disponibilidad de información. La medición se clasifica entre las que se encaminan a determinar la productividad de un factor individual (relación entre la medición de un producto y un solo insumo) o de múltiples factores (relación entre las mediciones del producto y un grupo de insumos) (OCDE, 2015).

A nivel estadístico y derivado de criterios matemáticos se han desarrollado diversos indicadores o parámetros para medir la productividad, no obstante, en términos generales la productividad es evaluada en términos de capacidad o habilidad de un procedimiento (Cpk), también conocido como indicador de capacidad de un proceso. Este indicador mide la variación natural de este para una dada característica de calidad, comparando protocolos y detectando oportunidades de mejora. Determinar que un proceso cumple con especificaciones de superioridad significa que las mediciones deben ser iguales a cierto valor nominal o ideal (N), o al menos tienen que estar dentro de los detalles inferior (Ei) y superior (Es). La fórmula que representa el Índice de Capacidad Potencial del Proceso (Cpk) queda representada por la expresión  $Cpk = (Es - Ei) / 6\sigma$ .

### 1.3 La Norma IATF-16949 y la productividad organizacional

La industria automotriz es un sistema complejo, de alta tecnología y exactitud en sus procesos, por lo que mantener niveles óptimos de productividad que se traduzcan en posiciones competitivas obliga a la industria al uso de herramientas de apoyo. Para el ramo industrial de automoción la adopción de la norma IATF-16949 se ha convertido en un requisito, toda vez que confiere al cliente confianza y fiabilidad mediante la incorporación de prácticas acordadas

y reconocidas de forma internacional para la gestión de la calidad en el sector automotor. Esta norma establece de manera semántica un lenguaje común para tratar distintos negocios y proveedores de todo el mundo, a la vez que facilita la mejora continua y sistematiza la calidad en todos los procedimientos.

En este sentido los trabajos de Moreira *et al.* (2018) y Guariente *et al.* (2017), han coincidido en establecer que la competitividad en la campo automotriz es fuerte, se habla de un mercado en donde las empresas además de ser competitivas deben mantener sistemas de gestión eficaces. Para estos autores, la norma IATF-16949 se constituye como un aliado en los procesos al conferir valores añadidos a las diferentes etapas productivas, garantizando con ello la satisfacción del cliente y el cumplimiento de especificaciones de la industria.

De igual forma, un estudio realizado por Vázquez *et al.* (2019) en el estado mexicano de Aguascalientes, situado dentro de tres parques industriales, permitió reconocer que la transición de la normas TS-16949 a la IATF-16949 en las empresas de la zona les confirió ventajas en lo relativo a un incremento en la confianza con el cliente, una mejora significativa en la calidad del producto, una reducción en las devoluciones del producto y, finalmente, una disminución significativa de auditorías por parte del consumidor. Además, se pudo constatar que la herramienta más utilizada para el análisis de riesgo es el AMEF.

La evidencia empírica ha podido constatar los impactos que trae consigo gestionar la calidad de los procesos y por ende los productos. Para Asato *et al.* (2022), un estudio aplicado a doce macro procesos de una empresa del sector automotriz en la entidad de Guanajuato, México, reveló que la adopción de la norma IATF-16949 reportó una mejora del 61% en el desempeño global de la empresa con motivo de la identificación de fallas potenciales en el mercado, identificadas por medio del Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF). Para estos autores, el modelo integral de gestión de la calidad mediante la norma IATF-16949 coadyuva a la alta dirección en el seguimiento de los indicadores y las partes críticas del proceso.

## **2. Diseño y proceso metodológico**

Este texto se relaciona específicamente con la norma de calidad IATF-16949 y su ejercicio en la industria automotriz en San Luis Potosí, México. El hecho social que da sustento a este estudio permite reconocer desde un aspecto teórico a los sistemas de calidad, particularmente a la norma IATF-16949 como un impulsor de la productividad y competitividad organizacional, asumiéndose que su ejercicio, vinculado a los protocolos productivos en la empresa, supone un rendimiento en la mejora continua y la prevención de defectos, así como una reducción en la variación y desperdicio en la cadena de suministro.

La estrategia metodológica adoptada para este trabajo es cuantitativa y se basa en un estudio de caso, con lo que aspira a la observación de la unidad de análisis como un sistema cerrado, considerando su problemática global y privilegiando las variables de estudio, así como su relación con el contexto (Creswell, 1994). A pesar de que la estrategia utilizada limita la generalización de resultados, el caso de estudio seleccionado corresponde a una de las tres empresas ubicadas en San Luis Potosí que conforman el apartado 335920 del Sistema de Clasificación para América del Norte (SCIAN) (INEGI, 2021), correspondiente a la fabricación de cables de conducción eléctrica. Esta empresa se caracteriza por ser líder en el sector eléctrico nacional, además de pertenecer a uno de los grupos industriales más grandes de México. La im-

portancia de estudiar a este ramo industrial radica fundamentalmente en que, en el año 2020, ocupó el quinto lugar en exportaciones de manufacturas eléctricas con un 3.43% del total del sector, lo que representó un valor equivalente a \$1,058,024,754 USD y, a nivel nacional, una fuente de empleo para 17,127 personas en el año 2018 (CANAME, 2018). Por cuestiones de confidencialidad y a petición de la empresa se omite su nombre, así como los datos específicos que la refieren.

Dada la naturaleza de la investigación, se permite el desarrollo inductivo de una teoría al ser posible cuantificar el papel de los sistemas de gestión de calidad, en específico la norma IATF-16949 en la productividad organizacional. Al mismo tiempo, se logra el desarrollo deductivo a través de la caracterización de dicha productividad con motivo del ejercicio de norma IATF-16949 en los procesos operativos. El horizonte temporal considerado fue el año 2021 y los indicadores corresponden a los resultados de los ejercicios 2019, 2020 y 2021.

Para efectos de este trabajo se define la norma IATF-16949 como el conjunto de criterios de estandarización cuyos requisitos constituyen un impulsor de la mejora continua, la prevención de defectos y la reducción de impactos en la cadena de suministro. Por su parte, la productividad se define como la medida económica resultante de la comparación entre los bienes o servicios producidos respecto de los materiales o recursos utilizados, considerando los diversos factores asociados al procedimiento.

La productividad tiene que ver con los resultados obtenidos en un proceso o sistema, por tanto, incrementarla implica elevar la efectividad organizacional. Tradicionalmente se recurre al uso de métricas como herramientas de gestión empresarial para evaluar el rendimiento y la eficiencia de los protocolos. En la tabla 1, se muestran a nivel de variable los indicadores encargados de medir el desempeño y sus áreas de impacto en la planta de mezclado.

**TABLA 1. MODELO TEÓRICO DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN PARA LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD**

Variable	Herramienta / Indicador	Impacto
<b>1 Norma IATF-1949</b>	AMEF de Procesos	Predicción de fallas
	CTQ ( <i>Critical To Quality</i> )	Satisfacción del Cliente
	QFD ( <i>Quality Function Deployment</i> )	Especificaciones del cliente y mercado
	CSR ( <i>Customer Specific Requirements</i> )	Cumplimiento de estándares de la industria
<b>2 Productividad KPI*</b>	Capacidad productiva	Competitividad y desempeño organizacional
	Nivel tecnológico	Mejora de los procesos corporativos
	Rentabilidad	Desempeño corporativo
	Satisfacción del cliente	Posición de mercado y aceptación del cliente

KPI\* (*Key Performance Indicator*)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LA NORMA IATF-16949 Y LOS INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD (KPI).

Con el propósito de cuantificar el impacto de la norma IATF-16949 en la productividad de la empresa se recurrió a un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software estadístico Minitab,<sup>4</sup> considerando un nivel de significancia del 95% ( $\alpha= 0.05$ ). Con esta herramienta se aspira a identificar las diferencias entre los resultados de los procesos de mezclado respecto de los años 2019 al 2020.

Las hipótesis de trabajo para este ejercicio comparativo quedaron expresadas de la siguiente forma:

Ho = No existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los indicadores.

Ha = Existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los indicadores.

Como parte de las actividades desarrolladas en la planta de compuestos y a partir de la identificación de oportunidades de mejora por medio de la metodología CTQ (*Critical To Quality*) se reconocieron cuatro criterios que se consideran importantes para la empresa, toda vez que representan las necesidades y especificaciones del cliente, además de que sirven para la medición de los niveles de productividad en la planta: nivel de desperdicio (ND), disponibilidad operacional (DO), cumplimiento de especificaciones (CE) y entregas en tiempo (ET); todos ellos encaminados a la determinación del índice global de productividad (IGP) correspondiente al proceso de mezclado antes y después de la adopción de las herramientas de control impuestas por la norma IATF-16949.

### 3. Resultados

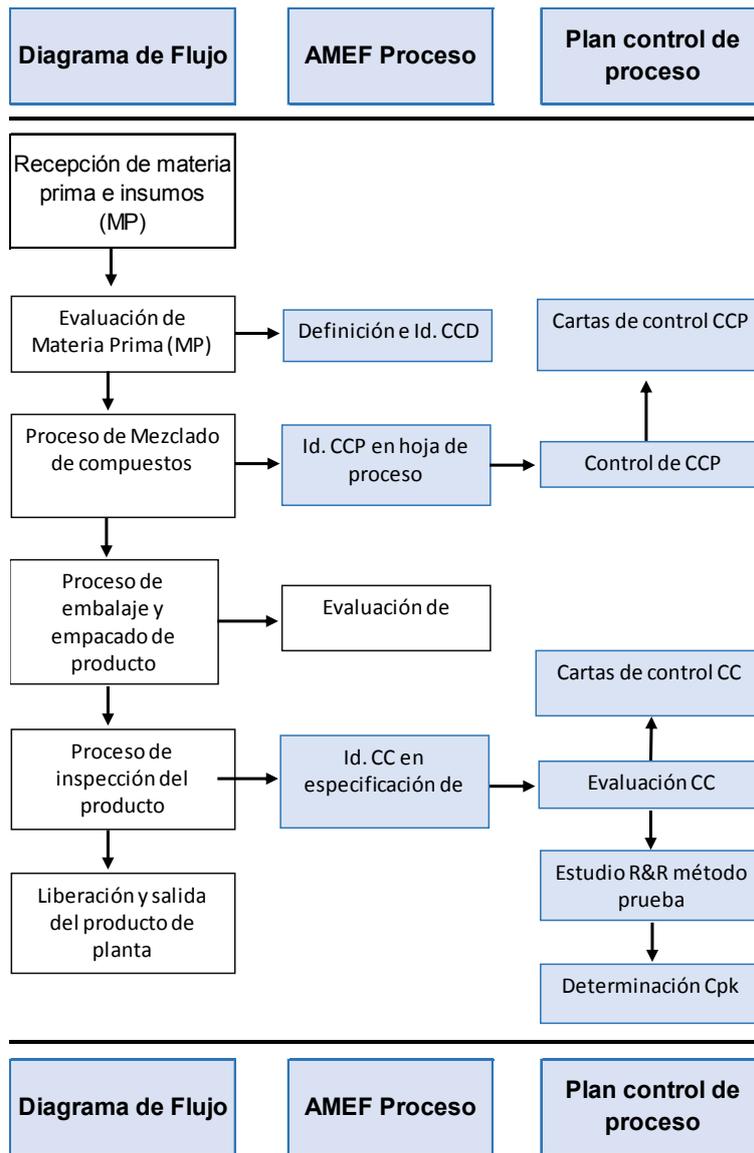
El modelo de trabajo adoptado en la planta de compuestos se muestra en la figura 1, donde los recuadros en azul indican el aporte de las novedosas herramientas de control adoptadas con motivo de la incorporación de la norma IATF-16949. Dicho modelo se caracteriza por ser dinámico, la representación gráfica permite reconocer que todas las actividades están vinculadas a tres nuevos instrumentos: el diagrama de flujo (describe el funcionamiento de todo el proceso de mezclado, desde la recepción de materias primas hasta la liberación de los compuestos), el AMEF de proceso-análisis de modos y efectos de falla (este se diseñó con base en la experiencia y conocimiento acumulado por parte de todo el personal involucrado con el proceso, a la vez que identifica y prioriza los problemas y riesgos con base en su ocurrencia, severidad y capacidad de detección de los mismos) y, finalmente, el plan de control (indica las acciones a tomar para la prevención, tratamiento y contención de los riesgos). Estas herramientas contribuyeron a la identificación, medición y control de las características críticas de diseño (CCD), de proceso (CCP) y de producto (CC).



4 Minitab® es una marca registrada de Minitab Inc. Es un programa de cómputo especializado en funciones estadísticas básicas y avanzadas que se utilizó en todos los cálculos de este trabajo.



FIGURA 1. MODELO DE TRABAJO PROPUESTO PARA LA PLANTA DE COMPUESTOS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS ACTIVIDADES INCORPORADAS A PARTIR DE LA ADOPCIÓN DE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE PROCESO.

La aportación de las herramientas de control adoptadas con motivo de la incorporación de la norma IATF-16949 a la planta queda descrito en la tabla 2.

TABLA 2. ACTIVIDADES INCORPORADAS A PARTIR DE LA ADOPCIÓN DE LA NORMA IATF-16949 A LOS PROCESOS

HERRAMIENTA	APORTACIÓN
<b>Diagrama de flujo</b>	I. Descripción y visualización detallada del proceso de mezclado. II. Numeración de cada etapa del proceso.
<b>Especificación numerada</b>	I. Identificación de todos los requisitos a cumplir. II. Identificación de características críticas de diseño (CCD). III. Identificación de características críticas de producto (CC).
<b>AMEF de Proceso</b>	I. Identificación y clasificación de los riesgos con base en su ocurrencia, severidad y detección. II. Identificación de características críticas del proceso (CCP). III. Herramientas para la gestión del conocimiento y lecciones aprendidas. IV. Actualización de hojas de proceso indicando control de CCP.
<b>Plan de control</b>	I. Definición de líneas de acción para cada riesgo detectado II. Elaboración de instrucciones de proceso. III. Elaboración de procedimientos de operación de la línea.
<b>Gráficos de control</b>	I. Graficar CC, CCP para seguimiento y evaluación. II. Toma de acciones preventivas.
<b>Cpk</b>	I. Asegurar control de proceso. II. Definición de los valores de CC en especificación.
<b>Estudios R &amp; R</b>	I. Confiabilidad de las mediciones.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS ACTIVIDADES INCORPORADAS A PARTIR DE LA ADOPCIÓN DE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE PROCESO.

Los resultados encontrados permiten reconocer que la implementación de las herramientas de control adoptadas a partir de la norma IATF-16949 facilita el diseño de una metodología de trabajo ordenada, estructurada y con enfoque a la detección, prevención y tratamiento de los puntos críticos de control en todas las fases del proceso. Lo anterior confirma los trabajos de Asato *et al.* (2022), quienes reconocen que una conceptualización bien ordenada del desempeño del sistema de gestión facilita la revisión por la dirección y contribuye a la obtención de un indicador global que propicia la detección e identificación de los puntos críticos del proceso. Como consecuencia del diseño e integración de la metodología al proceso de aprovisionamiento, producción y distribución se observa una mejora en los valores de productividad de la planta. Un análisis estadístico aplicado a un nivel de significancia del 95% permitió reconocer que, los indicadores DO y ND mejoraron con el nuevo modelo de trabajo. En contraparte, los indicadores CE y ET no presentaron mejoras en sus resultados (tabla 3).

**TABLA 3. ANOVA PARA LOS INDICADORES DE PROCESO**

Parámetro	2019-2020	2021	Valor P ( $\alpha = 0.05$ )	H0
Datos	24	8		
DO (%)	86.68	94.51	0.002	Rechazo
ND (%)	2.48	0.89	0.001	Rechazo
CE (%)	99.57	100	No existe diferencias entre medias	Acepto
ET (%)	100	100	No existe diferencias entre medias	Acepto

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS MEDICIONES APLICADAS AL PROCESO.

Los resultados encontrados exponen que, con base en los requerimientos de productividad de la planta, el QFD<sup>5</sup> pondera el impacto de cada uno de los indicadores como se presenta en la tabla 4.

Tomando como base la herramienta de QFD (Función de Calidad en planta) se identificaron como requisitos del cliente los siguientes: compuestos confiables, impacto ambiental, proceso eficiente, producción en tiempo, proceso estable, producción continua y proceso versátil. Para efectos de este trabajo y dada su importancia relativa, se seleccionaron únicamente cuatro criterios para el análisis de variaciones por considerarse representativos del proceso. Por ello, la tabla 4 da cuenta de la ponderación relativa de los requisitos técnicos del cliente tomando como base las mediciones de los diferentes procesos; por su parte, la tabla 5 muestra los valores de cada requisito técnico con motivo de las mediciones aplicadas a los procesos para los ejercicios analizados.

**TABLA 4. IMPACTO DE LOS INDICADORES EN UNA MEDIDA PONDERADA**

Requisito Técnico	Ponderación relativa (%)	Impacto / Importancia
Nivel de despedicio (ND)	46.1	1
Disponibilidad operacional (DO)	22.0	2
Cumplimiento de especificaciones (CE)	19.2	3
Entregas en tiempo (TE)	12.7	4
<b>Total</b>	<b>100</b>	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS MEDICIONES APLICADAS AL PROCESO.



5 Quality Function Deployment (QFD) es una metodología que busca la satisfacción de las necesidades de los usuarios estableciendo los requerimientos del producto a través de las diferentes etapas de diseño hasta la producción de este.

**TABLA 5. MEDICIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS POR EJERCICIO**

Requisito Técnico	Valor Medio %	
	2019-2020	2021
Nivel de desperdicio (ND)*	89.42	96.50
Disponibilidad operacional (DO)	93.00	96.36
Cumplimiento de especificaciones (CE)	100	100
Entregas en tiempo (TE)	99.57	99.90

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS MEDICIONES APLICADAS AL PROCESO.

Uno de los aportes más importantes obtenidos a partir del diseño del QFD como parte de este trabajo fue la determinación de un Índice General de Productividad (IGP), el cual se traduce en una ecuación definida en función de las ponderaciones obtenidas en el QFD para los requerimientos técnicos. Para llegar a este indicador, todos los requisitos técnicos son definidos en el mismo nivel de afectación al proceso (positivo o negativo). De esta manera, los criterios de disponibilidad operacional (DO), entregas en tiempo (ET) y cumplimiento de especificaciones (CE) indican un desempeño positivo en el proceso. Por el contrario, el criterio nivel de desperdicio (ND) indica un desempeño negativo; entonces, se transforma en un parámetro positivo definiéndose como nivel de material conforme (MC) a través de la relación  $MC = 100 - ND$ .\*

Por tanto, con base en los cuatro indicadores en un nivel de impacto positivo para la productividad y, tomando los valores de la tabla 4, el IGP queda definido por la expresión:

$$IGP (\%) = 46.1\%MC + 22.0\%DO + 19.2\%CE + 12.7\%TE^6$$

Donde:

IGP = Índice General de Productividad

MC = Material Conforme

DO = Disponibilidad Operacional

CE = Cumplimiento de Especificaciones

ET = Entregas en Tiempo

MC, DO, CE y ET están expresados en porcentaje (%) y sus valores corresponden a las mediciones aplicadas para cada proceso durante los periodos analizados.<sup>7</sup>

El IGP ideal indica que todos los requerimientos técnicos se cubrieron completamente y por tanto su valor será 100%. A partir de este concepto se deduce que entre más productivo es el proceso, el IGP estará más cerca del 100%.

.....

6 Fórmula de aportación propia, construida con base en la ponderación de cada indicador a partir del QFD y las mediciones obtenidas para cada criterio.

\* Proviene de aplicar  $MC = 100 - ND$ , toda vez el valor negativo en el nivel de desperdicio.

7 Los valores para cada criterio corresponden a las mediciones aplicadas a los procesos para los años 2019-2020 y 2021, aunque por cuestiones prácticas sólo se muestra el IGP a nivel comparativo para los periodos analizados.

El valor de esta ecuación representa la productividad como un índice único, con un enfoque multicriterio y de fácil interpretación. El cálculo del IGP obtenido permite confirmar que la productividad mostró un incremento en 4.04 puntos porcentuales de los años 2019-2020 (IGP=93.23%) al 2021 (IGP=97.27%). Esta mejora en la productividad se sustenta principalmente en el efecto positivo para los índices ND y DO.

Existen otros beneficios no cuantificables por los índices de productividad medidos, pero que contribuyen a mejorar la metodología de trabajo en la planta de compuestos, entre ellos se citan la actualización de materias primas con base en el cálculo de las capacidades de proceso (Cpk) para las CC identificadas; la elaboración de cartas de control para CCP y CC que, al identificar tendencias, conllevan la toma de acciones preventivas; la elaboración de instructivos de trabajo y operación que promueven la uniformidad de criterios en la producción, eliminan errores sistemáticos y representan documentos de consulta y apoyo para el personal de la planta; y finalmente el AMEF y el plan de control como herramientas de gestión del conocimiento y de documentación de lecciones aprendidas, situación que corrobora los trabajos de Vázquez *et al.* (2019) y Asato *et al.* (2022), quienes le atribuyen al AMEF un valor estratégico en la prevención e identificación de riesgos en los procesos productivos. Se sabe que la norma IATF-16949 mantiene un fuerte enfoque a la gestión de riesgos, un análisis granular aplicado a los procesos podría reportar de forma cuantitativa el nivel de riesgo como consecuencia de la incertidumbre, no obstante, no es parte del alcance de este trabajo el ahondar en la medición del riesgo.

En la tabla 6 se muestra un comparativo del modelo de trabajo, considerando el impacto en los procesos de la planta de mezclado antes y después de la adopción de la norma IATF-16949.

**TABLA 6. COMPARATIVO ENTRE EL ANTERIOR MODELO DE TRABAJO Y EL NUEVO MODELO QUE INCORPORA HERRAMIENTAS DE CONTROL DEL ESTÁNDAR IATF-1694**

ETAPA DEL PROCESO	IMPACTO EN EL MODELO DE TRABAJO PLANTA DE MEZCLADO	
	ANTERIOR	ACTUAL (CON LA NORMA IATF-16949)
Descripción del proceso de mezclado.	Si. Procedimiento escrito (con falta de claridad y precisión).	Si, diagrama de flujo del proceso de acuerdo a los formatos de IATF-16949.
Descripción de la operación de la línea de mezclado.	No	Si, elaboración de procedimiento de operación (arranque, operación y paro de la línea de mezclado).
Descripción del funcionamiento y operación de la máquina de mezclado.	No	Si, elaboración de procedimiento de operación de la máquina de mezclado.
Identificación de características críticas de diseño (CCD).	No	Si. Identificación y definición dentro de cada especificación de compuesto .
Identificación de características críticas de los compuestos (CC).	No	Si, identificación de las características críticas del producto (CC) dentro de las especificaciones de cada compuesto.
Identificación de las variables críticas a controlar en el proceso (CCP).	Si. No estaban identificadas como una característica crítica en las hojas de proceso. No se consideraba como variable representativa del control del proceso.	Si. Variable representativa del control del proceso, identificada claramente dentro de cada hoja de operación.
Control de la variable crítica de proceso	No. Solo recolección de datos sin análisis ni inferencias.	Si. Elaboración de gráficas de control, instrucciones claras en caso de valores fuera de control.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS MEDICIONES APLICADAS AL PROCESO.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos proporcionan evidencia suficiente para no rechazar  $H_0$ , toda vez que se pudo constatar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los indicadores para los ejercicios estudiados. De igual forma se encontró evidencia suficiente para afirmar que el sistema de gestión de calidad vinculado a herramientas de control de la norma IATF-16949 reporta mejoras en los niveles de productividad de la planta estudiada.

Las herramientas implementadas permiten definir y establecer una metodología de trabajo ordenada, estructurada y con un enfoque a la detección, prevención y tratamiento de los puntos críticos de control en todas las fases del proceso, situación que además de promover también contribuye a la conformación de una cultura laboral con dinámica de retroalimentación y de mejora continua.

Los resultados encontrados exhiben que los indicadores CE y ET permanecieron siempre con valores de 100%, lo que hace suponer que han estado bajo control de la planta aún antes de este estudio. Esta condición resta sensibilidad al IGP calculado, puesto que ambos indicadores adquieren el comportamiento de una constante y no de una variable.

Los cálculos sugieren que es factible el uso del QFD como herramienta para la definición de un IGP que represente a la productividad como un índice único, con un enfoque multicriterio fácil de interpretar. Sin embargo, para que este IGP sea sensible a los cambios, es de suma importancia que las variables o índices seleccionados sean representativos de lo que se pretende medir.

El análisis estadístico de los datos permitió reconocer a DO y ND como los indicadores críticos para la mejora de la productividad, sin embargo, sobre ellos habrá que seguir trabajando para la identificación y eliminación de errores sistemáticos en el proceso y continuar con la mejora del mismo.

El presente estudio permite afirmar que hay rendimientos en términos de productividad, derivados de la gestión de la calidad mediante la norma IATF-16949. Si bien los resultados dan cuenta de un progreso en la productividad de la planta, también permiten observar limitaciones en cuanto a la definición de los indicadores y al número de herramientas adoptadas. En virtud de esto, se plantean nuevos cuestionamientos que sientan las bases para la continuidad de la investigación sobre las siguientes líneas:

- La gestión de indicadores con capacidad de medir la sensibilidad de productividad en la planta.
- Las nuevas normas de gestión de calidad y sus implicaciones en la cultura laboral de la empresa.
- Los impactos financieros y los niveles de satisfacción del cliente al gestionar los procesos mediante la norma IATF-16949.

## Referencias

- Asato, M., Ríos, A., y Veloz, J. (2022). Desempeño del sistema de gestión de calidad de una organización automotriz medido por un nuevo modelo integral con base en la norma IATF-16949:2016. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 10(55), 24-50. <https://bit.ly/3ZXiPGu>
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). (2008). *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. UNE-EN ISO 9001*. <http://integra.cimav.edu.mx/intranet/data/files/calidad/documentos/EN%20ISO%209001%202008.pdf>
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA). (2021). *Industria Automotriz en México*. <https://www.amia.com.mx/>
- Bakkali A. (2015). La gestión de la calidad y la responsabilidad social corporativa del sector de la automoción en la región de Tánger-Tetuán (Marruecos). *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, (22), 131-161. <https://addi.ehu.es/handle/10810/16767>
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME). (s. f.). *Estadísticas del Sector 2018*. Consultado el 23 de octubre de 2018. [https://drive.google.com/file/d/0B9L1D\\_PhuToR-NDB4d3duZnRkajQ/view](https://drive.google.com/file/d/0B9L1D_PhuToR-NDB4d3duZnRkajQ/view)
- Casadesús, M. y Karapetrovic, S. (2005). Has ISO 9000 lost some of its lustre? A longitudinal impact study. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(6), 580-596. <https://doi.org/10.1108/01443570510599737>
- Casadesús, M., Giménez, G., y Heras, I. (2001). Benefits of ISO 9000 implementation in spanish industry. *European Business Review*, 13(6), 327-335. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000006195>
- Creswell, J. (1994). *Research design. Qualitative and quantitative approaches*. SAGE Publications.
- Esser, K., Hillebrand, W., y Messner, D. (1996). Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política. *Revista de la CEPAL*, (59), 39-52. <https://doi.org/10.18356/183846f0-es>
- Guariente, P., Antonioli, I., Pinto Ferreira, L., Pereira, T., y Silva, F. J. G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing*, (13), 1128-1134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>
- IMCO. (2021). *Índice de competitividad urbana 2012*. <https://imco.org.mx/resultados-del-indice-de-competitividad-estatal-ice-2021/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2018). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)*. <https://www.inegi.org.mx/app/scian/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2019). *Censos económicos 2019*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2021). *Censos económicos 2021*. <https://inegi.org.mx/app/publicaciones/default.html?p=12>

- International Automotive Task Force (IATF). (2016). *Norma del sistema de gestión de la calidad automotriz. International IATF-16949-2016* (1ª ed.). AIAG.
- ISO&CO Consultores. (2017). *Ranking Mundial en Certificados ISO*. <http://isoandco.es/ranking-mundial-en-certificados-iso/>
- ISO. (s. f.). **ISO Tools. Sistemas Integrados**. Consultado el 06 de 2018. <https://www.isotools.org/normas/sistemas-integrados/>
- Medeiros, V., Gonçalves, L., y Camargos, E. (2020). La competitividad y sus factores determinantes: un análisis sistémico para países en desarrollo. *Revista de la CEPAL*, 2019(129), 7-27. <https://doi.org/10.18356/9c2a7060-es>
- Moreira, A., Silva, F. J. G., Correia, A. I., Pereira, T., Ferreira, L. P., y De Almeida, F. (2018). Cost reduction and quality improvements in the printing industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 623-630. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.107>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2016). *El recurso humano y la productividad*. OIT.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2015). *OECD Compendium of Productivity Indicators 2015*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/pdvtvy-2015-en>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2014). *Nota País, Panorama de la Educación, México*. <http://www.oecd.org/education/Mexico-EAG2014-CountryNote-spanish.pdf>
- Saavedra, M. L., Milla, S., y Sánchez, B. (2013). Determinación de la competitividad de la PYME en el nivel micro: El caso del Distrito Federal, México. *FAEDPYME INTERNATIONAL REVIEW*, 2(4), 18-32. <https://doi.org/10.15558/fr.v2i4.38>
- Sampaio, P., Saraiva, P., y Guimarães, A. (2009). ISO 9001 certification research: questions, answers and approaches. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 26(1), 38-58. <https://doi.org/10.1108/02656710910924161>
- Tarí, J. J., Molina-Azorín, J. F., y Heras, I. (2012). Benefits of the ISO 9001 and ISO 14001 standards: A literature review. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(2), 297-322. <https://doi.org/10.3926/jiem.488>
- Vázquez, R. I., Flores, M., y Núñez, J. M. (2019). Transición de la norma TS-16949:2009 a IATF-16949:2016 en las empresas automotrices del Parque Industrial del Valle de Aguascalientes. *Revista de Ingeniería Industrial*, 3(7), 1-10. <https://doi.org/10.35429/jie.2019.7.3.1.10>



Como citar:

Baltazar, L., Cárdenas, M. y Gutiérrez, M. (2023). Impacto de la gestión de calidad en la productividad, una perspectiva desde la norma IATF-16949. *Administración y organizaciones* 26(50).



Administración y Organizaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional License.

## Estrategias metodológicas *Suchman* y dominio de capacidades de indagación científica en estudiantes de una universidad pública de Lima

### *Suchman methodological strategies and mastery of scientific inquiry skills in students of a public university in Lima*

Sylvia Violeta Saldaña Morales<sup>1</sup>

Fecha de recepción 2 de junio de 2022. fecha de aceptación 2 de marzo de 2023.

### Resumen

La investigación se realizó en el campo educativo superior y busca demostrar la relación entre las estrategias metodológicas *Suchman* y el dominio de capacidades de indagación científica en estudiantes de una organización universitaria pública de Lima. Se orientó con el paradigma positivista, enfoque cuantitativo, tipo básico, nivel descriptivo y diseño no experimental, correlacional lineal. La muestra, elegida de manera intencional no probabilística, estuvo conformada por 55 estudiantes del VIII y X semestres académicos de la Facultad de Educación, especialidad: Primaria, asignatura: Ciencias Naturales. Los instrumentos son válidos y confiables (0.979 y 0.83, respectivamente). Los resultados reportan la existencia de una relación positiva y significativa entre ambas variables, por lo que el planteamiento del problema, formulación de hipótesis, recolección de datos, evaluación de hipótesis y conclusiones, se relacionan con el dominio de la indagación científica. Se concluye que los universitarios están adquiriendo deficiente formación docente para enseñar ciencia.

**Palabras clave:** Estrategias educativas, enseñanza y formación, indagación científica, organismo de enseñanza.

**Código JEL:** JEL: I21, D23

### Abstract

The research was carried out in the higher educational field and seeks to demonstrate the relationship between *Suchman* methodological strategies and the mastery of scientific inquiry skills in students of a public university organization in Lima. It was oriented with the positivist paradigm, quantitative approach, basic type, descriptive level and non-experimental, linear correlational design. The sample, chosen intentionally and non-probabilistically, was made up of 55 students of the VIII and X academic semesters of the Faculty of Education, specialty: Primary, subject: Natural Sciences. The instruments are valid and reliable (0.979 and 0.83, respectively). The results report the existence of a positive and significant relationship between both variables, so the problem statement, hypothesis formulation, data collection, hypothesis evaluation and conclusions are related to the domain of scientific inquiry. It is concluded that university students are acquiring deficient teacher training to teach science.

**Keywords:** didactic strategies, teaching and training, scientific inquiry, educational organizations

**JEL Code:** I21, D23

•••••

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Docente de Biología y Química (Lima, Perú). [sylviasaldanamorales.2015@gmail.com](mailto:sylviasaldanamorales.2015@gmail.com)  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6773-1989>

## Introducción

El aprendizaje en el área de ciencias en estudiantes de educación básica constituye un factor de desarrollo en las instituciones educativas. De hecho, que el alumnado logre capacidades y competencias científicas en la fase escolar, le va a permitir desarrollar investigaciones académicas en la universidad. Una buena formación investigativa en niños y jóvenes tiende a devenir en una mayor y mejor producción científica en la etapa adulta, entendiendo que la formación teórica deba plasmarse en la práctica. Según Eggen y Kauchak (1999), durante el proceso del aprendizaje de la ciencia deben estar asociados los aspectos teóricos y prácticos (Sepúlveda *et al.*, 2018). Los niños, desde la educación inicial, suelen formular preguntas acerca de lo que observan en su diario vivir, así como hipótesis diversas, entre estas la de causalidad: “Si hago mis tareas, entonces mi madre me llevará al parque”. Cuando los estudiantes aprenden a plantear preguntas, entonces están investigando y exploran interrelaciones que generan inferencias e hipótesis (Gilles *et al.*, 2014). Las personas, a temprana edad, indagan aspectos observables y los cuestionamientos son factores que les permiten conocer lo que les interesa, lo que significa algo, lo que es. En la institución educativa es donde deben generarse y consolidarse los principios básicos de la investigación científica. De acuerdo a Garza y De la Garza (2010), las universidades deben priorizar en sus estudiantes la formación docente en este rubro académico: como investigador y como enseñante de su misma profesión. Deben incidir en la adquisición de habilidades en los procesos científicos, en la instrucción de educadores en el ámbito universitario (Erkol y Ugulu, 2014).

Posterior a los estudios superiores, los docentes que se incorporan en la educación básica deben desarrollar con sus estudiantes la investigación científica en el aula, no solamente en el área de ciencia, sino que debe constituir un elemento transversal en la cadena de los planes de estudio, desde sus inicios hasta las etapas finales de la escolaridad, lo que debe significar un eslabón para el paso a la universidad. Sin embargo, la realidad demuestra que muchos profesionales de la educación que inician sus actividades pedagógicas como enseñantes en las escuelas, no están demostrando capacidades para investigar y, mucho menos, para enseñar a hacerlo a niños y jóvenes. En el caso de Perú, de acuerdo a Garza y De la Garza (2010), se han identificado indicadores que explican el problema de la formación inicial del docente en el campo de la investigación científica: disociación entre las necesidades del país y la producción intelectual proveniente de investigaciones científicas; carencia de investigadores científicos calificados; la deficiente implementación de los laboratorios universitarios; escasez de centros de investigación especializados; falta de incentivos a quienes realizan esta actividad; así como la imperfecta gobernanza e institucionalidad del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (Sirvent *et al.*, 2018). De hecho, docentes de aula que no han tenido una adecuada formación tanto científica como didáctica, difícilmente podrán enseñar la elaboración de proyectos de ciencia en la escuela con una sólida base metodológica (Sepúlveda *et al.*, 2018). Mayormente, el problema de la deficiencia en su formación profesional se evidencia en las limitaciones que tienen para elaborar proyectos investigativos.

En el caso de una cuatricentenaria universidad pública de Lima, en la Facultad de Educación, se ha observado el problema de la falta de capacidades de indagación científica en los estudiantes, lo que se traduce en un problema no solamente para los futuros docentes de educación básica, sino para la propia universidad y el país. Como se ha señalado, si el maestro no está debidamente formado en hacer y enseñar ciencia, se continuará con la enseñanza tradicional memorística e inactiva, mas no con el desarrollo de habilidades para la indagación; factor de éxito en la educación de escolares científicos. Frente a esta problemática es preciso considerar las formas de enseñanza, entre las que destaca la investigación propuesta por Suchman (1967) y lo dicho por Eggen y Kauchak (1999), quienes consideran que la enseñanza de los universitarios debe basarse en la lógica del método científico, con el propósito de descubrir la efectividad de un programa y compararlo con los objetivos planteados, para posteriormente diseñar líneas de su probable redefinición (Stufflebeam y Shinkfield, 1995). Se trata, en definitiva, de comprobar que los estudiantes en formación docente estén siendo debidamente instruidos como investigadores y profesores de la investigación científica.

Las estrategias metodológicas de la enseñanza son consideradas como elementales e importantes, por lo tanto, de aplicarse de manera óptima, garantizan el aprendizaje de los estudiantes. En esa línea, la investigación aplicada en la preparación y en el estudio debe brindar información para el planeamiento de programas, su ejecución y desarrollo, considerando las características y particularidades de este tipo de trabajo, cuya función es convertir las predicciones en un resultado de la indagación (Suchman, 1967). Desde esta perspectiva, en la investigación evaluativa como estrategia metodológica de enseñanza universitaria, el docente debe tener en cuenta cuatro aspectos esenciales: a) las características del destinatario del objetivo y las del propio objetivo; b) el espacio temporal para que se efectúe el cambio que se propone; c) el conocimiento de si los resultados que se esperan son concentrados o dispersos, y d) la metodología que ha de utilizarse para el logro de objetivos (Suchman, como se citó en Ballart, 1996). Dicha metodología está en el ámbito del paradigma cuantitativo, donde la medición del logro de los objetivos es una de las principales características y el contenido de la evaluación corresponde a los resultados (Castillo y Gento, como se citaron en Escudero, 2003).

La formación docente en investigación científica pasa por la aplicación de una cuidadosa y constante evaluación de los estudiantes para comprobar los procesos formativos. Suchman (1967), según Eggen y Kauchak (1999), sostuvo que el proceso de la evaluación científica parte de y retorna a la formación de valores en los alumnos, siguiendo las fases a continuación enlistadas: 1. Planteamiento del problema; 2. Formulación de las hipótesis; 3. Recolección de información; 4. Contrastación de las hipótesis; y, 5. Conclusiones. Respecto a la primera dimensión, esta se refiere a plantear problemas como estrategia de enseñanza consistente en la presentación de lecturas, videos y otros elementos didácticos que permitan guiarlos para formular preguntas. Problematizar tareas a través de la formulación de cuestionamientos relevantes y proponer soluciones iniciales (Morales *et al.*, 2022) va a permitir consolidar el aprendizaje en los discentes como resultante de esta estrategia. La segunda dimensión hace referencia a establecer supuestos afirmativos respecto al tema de enseñanza. El docente puede escribir en la pizarra o presentar en diapositivas las posibles respuestas, o también, pedir a los estudiantes que construyan hipótesis que permitan trazar implicaciones racionales para entablar vínculos entre los hechos que generan explicaciones lógicas. El propósito es despertar el interés de los jóvenes en busca de mayor comprensión, profundidad e independencia en los procesos del aprendizaje en el estudiantado (Parra *et al.*, 2018). La tercera dimensión hace mención a la

recolección de datos a través de información seleccionada por parte del docente, sea de observaciones, descripciones o identificaciones en las experimentaciones mediante la aplicación de instrumentos de búsqueda de información y a través de técnicas. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), recolectar datos significa aplicar una o varias herramientas de una variable de estudio, las cuales tienen que ser útiles para realizar el análisis cuantitativo o cualitativo del tema de investigación. La dimensión cuarta se trata de realizar la contrastación de las hipótesis; es una fase de la investigación científica en la que el docente emplea una estrategia didáctica para generar en los educandos expectativas y capacidades de probar sus resultados con las afirmaciones previamente hechas. Según Eggen y Kauchak (1999) esto va a permitir al discípulo adquirir conocimientos profundos sobre cuestiones específicas vistas en el aula (McConney *et al.*, 2014). Finalmente, la dimensión dedicada a las conclusiones es una estrategia para que los maestros puedan impregnar en sus aprendices la síntesis de lo experimentado u observado acerca de tópicos tratados en clase. De acuerdo con Eggen y Kauchak (1999), los discentes realizan el análisis de las explicaciones que se ajusta mejor a los datos obtenidos. Como señalan Bevins y Price (2016), la enseñanza de las ciencias se consolida mediante un amplio repertorio de hallazgos o resultados (conclusiones) y permite la mejora de aspectos como el rendimiento, la motivación y desarrollo de las habilidades investigativas.

En tanto, la indagación científica, que también sigue procesos desde el planteamiento del problema hasta llegar a las conclusiones, incide en el presente estudio, puesto que para llevarla a cabo, se requieren capacidades que según Garza y De la Garza (2010) son: 1. Observación, 2. Comparación, 3. Análisis, 4. Experimentación, 5. Síntesis, 6. Inferencia, 7. Argumentación, 8. Evaluación y 9. Aplicación (Damián, 2010; Domínguez, 2007). Explicando cada una de estas capacidades se tiene que, en el caso de la observación, se describen e identifican las cualidades y características de objetos, eventos o situaciones de acuerdo al problema de investigación; la comparación tiene que ver con la habilidad para reconocer características semejantes o diferentes entre dos eventos, objetos o situaciones de acuerdo a criterios de estimaciones o relaciones; el análisis se relaciona con la facilidad para descomponer un todo en partes en la estructura y comparar asociaciones de adjunción y consecuencia en hechos o eventos que se pretenden demostrar. Garza y De la Garza (2010) mencionan que la experimentación muestra la aptitud de la persona para reunir datos en condiciones controladas, así como la verificación de hipótesis y formulación de conclusiones en concordancia con los hallazgos obtenidos; la síntesis es la competencia que logra la unión de sus partes, conexiones, cualidades, propiedades y características, la cual trae como resultante la reunificación de un todo. En tanto que la dimensión de la inferencia en la indagación científica se atribuye a la capacidad de obtener consecuencias de un hecho, de un principio o una proposición observando los objetos de manera detallada. La argumentación es la idoneidad indagatoria de deducción a través del razonamiento lógico, partiendo de las premisas que se derivan en conclusiones; mientras que la evaluación es aquella que permite emitir juicios respecto a situaciones reales comparadas con respecto a situaciones idealizadas de los hechos, pensada de manera lógica. Finalmente, la aplicación hace referencia a la facultad de transferencia de lo aprendido, de explicar situaciones nuevas a través del análisis, la reflexión y la acción.

A partir de lo expresado se formuló la siguiente pregunta: ¿cómo se relacionan las estrategias metodológicas *Suchman* y el dominio de capacidades de indagación científica en estudiantes de una universidad pública de Lima? De tal modo, el artículo tiene por finalidad comuni-

car los resultados de la investigación que se realizó en una organización universitaria, en donde se reporta la relación entre las estrategias metodológicas *Suchman* que emplean los docentes universitarios y el dominio de capacidades de indagación científica en los alumnos.

## Métodos

El estudio se realizó en concordancia con el paradigma y el enfoque cuantitativo. Corresponde a la investigación básica, de diseño no experimental correlacional, en razón de que establece la relación lineal de dos variables de estudio. La población estuvo conformada por los estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. La muestra fue elegida de manera intencional, no probabilística, representada por 55 estudiantes de la especialidad de Primaria, del área de Ciencias Naturales.

Para obtener datos respecto a las estrategias metodológicas *Suchman* según Eggen y Kauchak (1999), se empleó la técnica de la encuesta mediante un cuestionario con un total de cuarenta preguntas, distribuidas en cinco rubros: 1. Planteamiento del problema, 2. Formulación de hipótesis, 3. Recolección de datos, 4. Contrastación de hipótesis y 5. Conclusiones. La escala de valoración fue: eficiente = 3; regular = 2; deficiente = 1. Para medir la variable de “dominio de las capacidades de indagación científica” se realizó una evaluación a través de un test (adaptado de Damián, 2020 y de Domínguez, 2007), que presenta un total de cinco lecturas: 1. Investigando los alimentos, 2. Investigando la densidad, 3. Investigando las partes del corazón, 4. Investigando la energía renovable y no renovable y, 5. Investigando la fotosíntesis. Las dimensiones de esta variable son: 1. Observación, 2. Comparación, 3. Análisis, 4. Experimentación, 5. Síntesis, 6. Inferencia, 7. Argumentación, 8. Evaluación y 9. Aplicación. Con base en Garza y De La Garza (2010), la medición de las capacidades de indagación científica se realizó con la escala de valoración siguiente: eficiente = 3; regular = 2; deficiente = 1. Ambos instrumentos fueron validados a través del juicio de expertos, determinándose que presentan validez de contenido. Los índices de fiabilidad que presentan dichos instrumentos son de 0.979 y 0.83, respectivamente. Igualmente, de acuerdo a tres jueces, se determinó su validez para medir ambas variables. Los datos fueron analizados a través del SPSS, versión 22, mediante el cual se generaron tablas de frecuencias y se contrastó la hipótesis mediante el estadígrafo rho de Spearman.

## Resultados

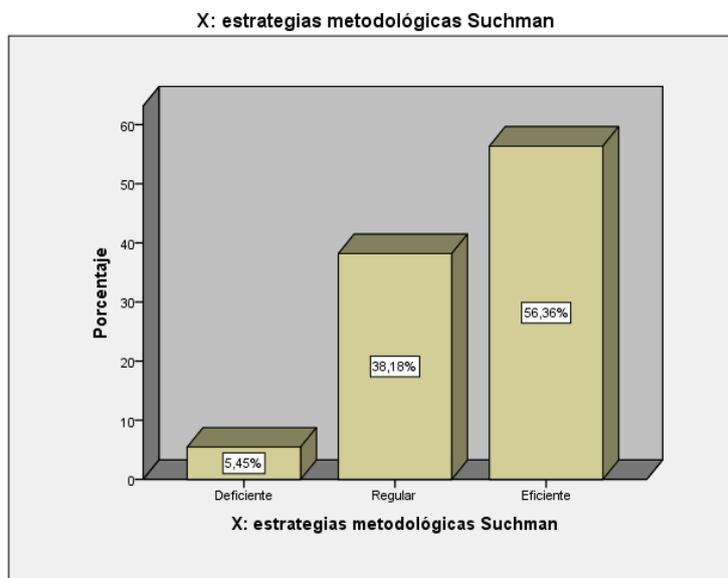
De acuerdo a los resultados en cuanto a la variable “estrategias metodológicas *Suchman*”, un 38.2% de estudiantes consideran que sus docentes aplican estas estrategias de manera regular y un 5.5% lo considera deficiente; en tanto que un 56.4% precisa que lo hacen eficientemente. Se observa que casi la mitad de los universitarios afirma que sus docentes no están aplicando bien sus estrategias de enseñanza de las ciencias (tabla 1, figura 1).

**TABLA 1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA VARIABLE: ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS SUCHMAN QUE EMPLEAN LOS DOCENTES UNIVERSITARIOS**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Niveles	Deficiente	3	5.5	5.5	5.5
	Regular	21	38.2	38.2	43.6
	Eficiente	31	56.4	56.4	100
	Total	55	100	100	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**FIGURA 1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA VARIABLE: ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS SUCHMAN QUE EMPLEAN LOS DOCENTES UNIVERSITARIOS**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

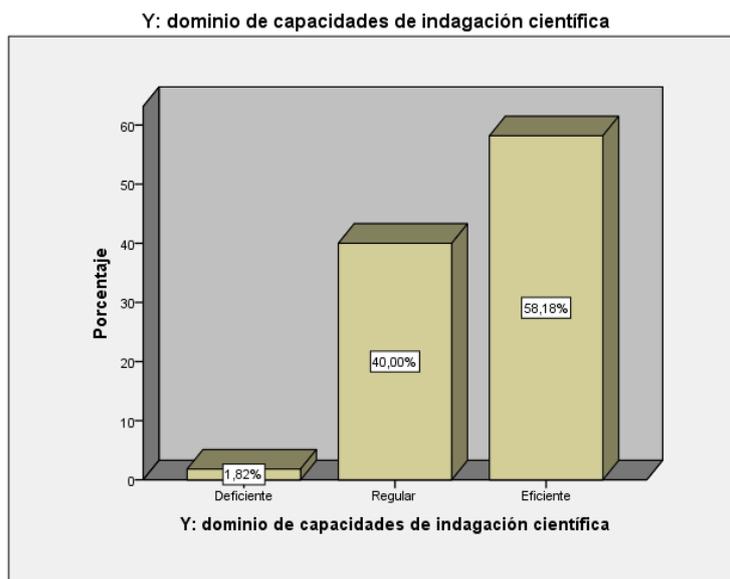
En lo que respecta a la variable “indagación científica”, el 41.8% de los estudiantes no tiene un buen dominio de ella. Si bien el 58.2% lo tiene, a la cifra de educandos que no han desarrollado sus capacidades formativas en investigación no se le permite adquirir una buena formación docente para enseñar ciencia desde ella misma como profesores de educación básica en el futuro (tabla 2, figura 2).

**TABLA 2. RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA VARIABLE: DOMINIO DE INDAGACIÓN CIENTÍFICA QUE MUESTRAN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Niveles	Deficiente	1	1.8	1.8	1.8
	Regular	22	40.0	40	41.8
	Eficiente	32	58.2	58.2	100
	Total	55	100	100	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**FIGURA 2. RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA VARIABLE: DOMINIO DE INDAGACIÓN CIENTÍFICA QUE MUESTRAN LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Respecto a los resultados inferenciales, se demuestra la existencia de una relación estadísticamente significativa de  $r = 0.826$  (donde el valor  $p$  es  $<$  de 0.05) entre las dos variables. Al tenerse una significancia de 0.000 se rechaza la hipótesis nula, por lo que las estrategias metodológicas *Suchman* se relacionan positiva y significativamente con el dominio de capacidades de indagación científica en estudiantes universitarios. Estos resultados se dan al 99% del intervalo de confianza (tabla 3, figura 3).

**TABLA 3. CORRELACIÓN ENTRE LAS ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS SUCHMAN QUE EMPLEAN LOS DOCENTES Y EL DOMINIO DE CAPACIDADES DE INDAGACIÓN CIENTÍFICA QUE MUESTRAN LOS ESTUDIANTES**

		X: estrategias metodológicas Suchman	Y: dominio de capacidades de indagación científica
Rho de Spearman	X: estrategias metodológicas Suchman	1.000	0.826**
		.	0.000
		55	55
Y: dominio de capacidades de indagación científica	Y: dominio de capacidades de indagación científica	0.826**	1.000
		0.000	.
		55	55

\*\*La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

## Discusión

Los resultados de la investigación reportan una relación positiva y significativa entre las estrategias metodológicas *Suchman* que emplean medianamente los docentes en la Facultad de Educación de una universidad pública de Lima con el dominio de indagación científica que muestran los estudiantes, el mismo que se encuentra en un nivel regular. Esto indica que los discentes afirman que sus maestros hacen un uso medianamente aceptable del método en sus sesiones de aprendizaje. Según Eggen y Kauchak (1999), al evaluar a los discípulos de la especialidad de Primaria en la asignatura de Ciencias Naturales, estos muestran limitado dominio en sus capacidades para realizar indagaciones científicas y hacer ciencia como parte fundamental de su formación profesoral en el área.

Con relación a los resultados de las limitaciones del empleo de estrategias metodológicas *Suchman* por parte de los docentes, los hallazgos de Fernández y Villavicencio (2017) refuerzan que las estrategias de esta índole constituyen las principales causas de que los estudiantes presenten poco dominio de indagación científica. Este problema originaría, a su vez, un clima poco propicio para el desarrollo de las actividades académicas y puede constituir el bloqueo a la formación investigativa en los jóvenes (Barrios y Delgado, 2020). En esa línea, el problema que acarrea la enseñanza de la ciencia en educación superior presenta tres aristas: la primera es que las clases en el aula no se desarrollan vinculadas a las habilidades de indagación, sino que se hacen de modo tradicional; en segundo lugar, es notoria la carencia de estrategias adecuadas para la enseñanza de la ciencia y, finalmente, la inadecuada formación de nuevos maestros (Cofré *et al.*, 2010). Frente a esta problemática, es preciso que la enseñanza centre su atención en la indagación a fin de que los estudiantes desarrollen actitudes, intereses y competencias en sociedades cada vez más dependientes de la aplicación de la ciencia (Harlen, 2013), cambiando su percepción respecto al aprendizaje de tal tipo de conocimiento (Molina y González, 2021). La indagación, como elemento clave en la enseñanza formativa escolar, permite el logro de habilidades para la observación, formulación de preguntas, revisión de fuentes de información y evidencias de experimentación, planificación de actividades, propuesta de respuestas, explicaciones y comunicación de resultados (Meisel *et al.*, 2010).

No debe obviarse la parte esencial de la función de la universidad: formar profesionales íntegros. Para ello es preciso un proceso de evaluación sostenido, dado que uno de los debates que surgen de las evaluaciones es la calidad de los profesores. Dicha calidad no sólo se mide en términos de conocimiento de los contenidos relacionados con la disciplina específica que imparte el profesor evaluado, sino que implica cuestiones pedagógicas para las que no siempre tiene formación (Ceni *et al.*, 2022). Se trata de que los maestros estén debidamente instruidos para asumir retos en el aula, en el uso de metodologías y técnicas de enseñanza en concordancia a las necesidades de los estudiantes; es preciso promover el conocimiento didáctico de los docentes universitarios para una enseñanza eficaz de la ciencia, lo que constituye uno de los más grandes retos a los que hace frente la investigación educativa para la mejora de la alfabetización científica de las futuras generaciones (Cobo-Huesa *et al.*, 2021).

La mejora de las capacidades de indagación científica de universitarios también va por el lado del desarrollo de capacidades y competencias de los docentes (Garza y De La Garza, 2010), directamente vinculados al contexto educativo en el que se desenvuelven (Rojas y

Méndez, 2019). En cuanto se garantice la educación para el profesorado, se va a permitir la oportunidad para la implementación de medidas cualitativas en el ámbito de la educación superior (Barja *et al.*, 2019). La experiencia, seguridad, personalidad, conocimientos y dominio de competencias investigativas por parte de los educadores juegan un papel preponderante para fomentar y consolidar las capacidades de indagación de los universitarios (Alonso *et al.*, 2015). El dominio de la investigación científica por parte del profesor facilitará que sus aprendices también logren el dominio de esta rama, si es que impregna en ellos los conocimientos a través de una didáctica adecuada y oportuna. Los conocimientos implícitos de los docentes, respecto a su enseñanza, tienden a ser conceptuales y explícitos con la investigación y el compartimiento con sus colegas, inter e intradisciplinariamente (Clark *et al.*, 2017), creando conocimiento a la vez pedagógico y de contenidos específicos al respecto (Paz, 2017; Nind, 2019). A la luz de los resultados, se debe tener en cuenta la evaluación formativa pedagógica que debe pasar, indubitablemente, por procesos de la metacognición en los que los profesionales para la enseñanza de las ciencias naturales tienen que ser capaces de lograr reconocer su epistemología, de saber cómo realizan el constructo de su conocimiento, de las formas cómo regulan y reflexionan su actuación (Méndez *et al.*, 2019), lo que va a conllevar la construcción de su propia identidad docente, en la que los aprendizajes teóricos adquiridos puedan volcarse y adherirse en situaciones prácticas en el ámbito educativo (De la Fuente, 2010).

En el campo de la enseñanza de las ciencias en el ámbito superior existe consenso en la importancia y la centralidad de la práctica de enseñar a investigar (Sánchez, 2014) frente al dictado de clases expositivas, tradicionales, que es inapropiado y no conduce a una buena formación científica del estudiantado (Seid y Cuello, 2021). Sin embargo, ello no debe significar que la enseñanza sea dogmática, es decir, incidir más en investigaciones con enfoque cuantitativo; más bien, es preciso que dé paso a las cualitativas a fin de que los futuros profesores puedan hacer ciencia en las escuelas, con sus alumnos. Hay que reconocer el pluralismo de concepciones respecto a que enseñar investigación es necesario; las nociones de flexibilidad (Piovani y Muñiz, 2018), en su variada multiplicidad de significados, suponen la buena investigación dentro de las Ciencias Sociales, superando las ideas positivistas y naturalistas respecto a la realidad social (Seid y Cuello, 2021).

En cuanto a los resultados del poco dominio por parte de los estudiantes universitarios en indagación científica, estos coinciden con lo hallado por Estrada *et al.* (2021) en el sentido de que los estudiantes de educación superior de una institución peruana muestran actitudes poco favorables hacia la investigación y se concluye que determinadas variables sociodemográficas, tales como sexo y grupo etario, se asocian significativamente con la actitud hacia el trabajo académico. Según el estudio, es de vital necesidad que se desarrollen didácticas y competencias significativas de los educadores a cargo de la enseñanza, a fin de que la actitud de su discípulo sea la más adecuada. El hecho de promover actitudes desfavorables o poco favorables hacia la indagación científica constituye un pésimo indicador en el proceso de formación universitaria (Fernández y Villavicencio, 2017), lo que tiende a la generación de un impacto negativo en el aprendizaje de los estudiantes vinculado a la investigación científica (Pulido, 2009).

En esa línea, entre los principales factores limitantes para el dominio de capacidades de indagación científica se encuentran la deficiente cultura investigativa, la limitada participación en eventos científicos y un proceso de enseñanza tradicional por parte de los docentes (Ortega

*et al.*, 2018). De hecho, la formación en indagación adecuada debe promoverse en la educación superior a fin de formar profesionales altamente capacitados que generen conocimientos y solucionen problemas en respuesta a las necesidades del entorno en donde se desenvuelven (Dáher *et al.*, 2018; Medina, 2018).

En términos generales, la formación de los futuros pedagogos en indagación científica va mucho más allá de enseñar ciencia; se alinea a la parte de que los mismos educadores formen docentes investigadores, sobre todo si corresponden a la especialidad de ciencia para la educación básica. En ese contexto, la investigación formativa incide en la innovación y enriquecimiento del quehacer pedagógico, tanto para el formador como para el aspirante a maestro (Sánchez, 2017). En educación superior, la investigación científica didáctica constituye calidad educativa (Velandia *et al.*, 2017), de ahí que los resultados contribuyan al desarrollo social y económico de un país (Hernández *et al.*, 2020), así como a transformar la realidad educativa y social (Borjas *et al.*, 2016; Pérez, 2016; Aguilar *et al.*, 2018; Urbina *et al.*, 2020). En esa línea, debe tenerse en cuenta que, en el caso de las capacidades de la indagación científica como resultante de las estrategias metodológicas que emplean los maestros universitarios, estas deben tomar dos perspectivas significativamente marcadas: la primera, referida al desarrollo de habilidades en los estudiantes para formular preguntas y emprender la búsqueda de las respuestas; la segunda, como estrategia de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos a cargo de los docentes, absolutamente no de forma mecánica, sino aprendiendo ciencia desde la ciencia (National Academy of Sciences, 2000). La indagación, entonces, debe mirarse desde el punto de vista de que provee estructuras y metodologías consistentes con las formas en que los estudiantes hacen y aprenden ciencia (Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012). Debe buscarse mejorar las capacidades profesoras a fin de que estos mejoren su enseñanza científica, otorgando importancia al desarrollo de procesos de indagación, experimentación, pensamiento autónomo y crítico, implementando secuencias didácticas para tales fines (Sala y Font, 2019).

## Conclusiones

Existe una relación positiva y significativa entre las estrategias metodológicas *Suchman* que emplean los docentes en una organización universitaria y el dominio de capacidades de indagación científica en los estudiantes de la Facultad de Educación de una universidad pública de Lima, especialidad de Primaria, asignatura de Ciencias Naturales. Esta relación fuerte indica que las estrategias metodológicas del maestro, desde la perspectiva del método *Suchman* (planteamiento del problema, formulación de hipótesis, recolección de datos, evaluación de hipótesis y conclusiones), se da en un nivel regular, lo que se relaciona directamente con el dominio de la indagación científica, que también se presenta en el mismo grado. Los universitarios no están adquiriendo una buena formación docente en ciencia para enseñar ciencia.

## Referencias

- Aguilar, A. J., Hernández, Y. K., Contreras, Y. L., y Flórez, M. (eds.). (2018). *La investigación educativa: reconociendo la escuela para transformar la educación*. Ediciones Universidad Simón Bolívar. <https://bit.ly/3Fe1KQv>
- Alonso, J., Alonso, A. y Valadez, D. (2015). Actitud hacia la investigación científica de estudiantes de enfermería. *CuidArte*, 4(7), 22-35. <https://doi.org/10.22201/fe-si.23958979e.2015.4.7.69106>
- Ballart, X. (1996). Modelos teóricos para la práctica de evaluación de programas. En Q. Brugué y J. Subirats (Eds.). *Lecturas de gestión pública* (pp. 321-352). Instituto Nacional de Administración Pública. <https://bit.ly/3Jf6pTs>
- Barja, J., Otoyá, O., Vega, E., Moreno, N., y Loli, R. (2019). Actitudes hacia la investigación de internos de obstetricia rotantes en un hospital de Lima-Perú. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 19(4), 53-59. <https://dx.doi.org/10.25176/RFMH.v19i4.2341>
- Barrios, E. y Delgado, U. (2020). Diseño y validación del cuestionario "Actitud hacia la investigación en estudiantes universitarios". *Revista Innova Educación*, 2(2), 280-302. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2020.02.0044>
- Bermeo, H. P., Saavedra, C., Patiño, L., y Meisel, J. D. (2010). El éxito en la enseñanza de las ciencias basada en indagación (ECBI): ¿Una cuestión más allá del aula de clase? *Pedagogía y Saberes*, (32), 111-124. <https://doi.org/10.17227/01212494.32pys111.124>
- Bevins, S. y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1124300>
- Borjas, M. P., Martínez, A., Osorio, M., y Jaramillo, L. (2016). *Los colectivos de investigación: una experiencia de investigación formativa en la Licenciatura de Pedagogía Infantil*. Editorial Universidad del Norte. <http://hdl.handle.net/10584/5883>
- Ceni, J.C., Bezerra-de-Souza, I.G., Ferreira, J.M., y Seefeld, R. (2022). ¿A formação didática é essencial para o docente? Estratégias aplicadas por docentes de administração em sala de aula. *Revista Brasileira de Educação*, 27, 1-21. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782022270037>
- Clark, J., Laing, K., Leat, D., Lofthouse, R., Thomas, U., Tiplady, L., y Woolner, P. (2017). Transformation in interdisciplinary research methodology: the importance of shared experiences in landscapes of practice. *International Journal of Research & Method in Education*, 40(3), 243-256. <https://doi.org/10.1080/1743727x.2017.1281902>
- Cobo-Huesa, C., Abril, A., y Ariza, M. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3801-1-3801-17. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i3.3801](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3801)

- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibañez, D., y Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 36(2), 279-293. <https://doi.org/10.4067/s0718-07052010000200016>
- Dáher, J., Panunzio, A., y Hernández, M. (2018). La investigación científica: una función universitaria a considerar en el contexto ecuatoriano. *EDUMECENTRO*, 10(4), 166-179. <https://bit.ly/3le0Oov>
- Damián, L. (2010). *Evaluación de capacidades y valores*. Editorial Grupo El Educador.
- De la Fuente, G. (2010). El pensamiento epistemológico de los docentes de Ciencias Naturales de la Educación Secundaria Básica en la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. *Revista de Educación en Biología*, 13(1), 34-38. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22285>
- Domínguez, J. M. (2007). *Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias*. Ediciones UNL de Argentina.
- Eggen, P. D. y Kauchak, D. P. (1999) *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. Fondo de Cultura Económica de Argentina. <https://bit.ly/3yEyiPX>
- Erkol, S. y Ugulu, I. (2014). Examining biology teacher's candidates' scientific process skill levels and comparing these levels in terms of various variables. *Procedia. Social and Behavioural Sciences*, 116, 4742-4747. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1019>
- Escudero, T. (2003). Desde los tests hasta la investigación evaluativa actual. Un siglo, el XX, de intenso desarrollo de la evaluación en educación. *Relieve. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 9(1), 11-43. <https://doi.org/10.7203/relieve.9.1.4348>
- Estrada, E., Córdova, F., Gallegos, N., y Mamani, H. (2021). Actitud hacia la investigación científica en estudiantes peruanos de educación superior pedagógica. *Apuntes Universitarios*, 11(3), 60-72. <https://doi.org/10.17162/au.v11i3.691>
- Fernández, C. y Villavicencio, C. (2017). Habilidades investigativas para trabajos de graduación. *Academo*, 4(1). <https://revistacientifica.uamericana.edu.py/index.php/academo/article/view/61>
- Garza, R. M. y De la Garza, R. (2010). *Pensamiento crítico*. Editorial Cengage Learning.
- Gilles, R. M., Nichols, K., Burgh, G., y Haynes, M. (2014). Primary students' scientific reasoning and discourse during cooperative inquiry-based science activities. *International Journal of Education Development*, 63, 127-140. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2013.01.001>

- Harlen, W. (2013). *Evaluación y educación en ciencias basada en la indagación: Aspectos de la política y la práctica*. Global Network of Science Academies (IAP); Science Education Programme (SEP). <https://bit.ly/3FhHP3g>
- Hernández, R. M., Marino-Jiménez, M., Rivero, Y., y Sánchez, N. (2020). Research in university students: real needs for the implementation of a formative research program. *Revista Academia*, (20-21), 154-176. <https://doi.org/10.26220/aca.3445>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw-Hill Education.
- McConney, A., Oliver, M. C., Woods-McConney, A., Schibeci, R., y Maor, D. (2014). *Inquiry, Engagement, and Literacy in Science: A Retrospective, Cross-National Analysis Using PISA 2006*. *Science Education*, 98(6), 963-980. <https://doi.org/10.1002/sce.21135>
- Medina, D. (2018). El rol de las universidades peruanas frente a la investigación y el desarrollo tecnológico. *Propósitos y Representaciones*, 6(2), 703-737. <https://doi.org/10.20511/pyr2018.v6n2.244>
- Méndez, E., Arteaga, Y., y Delgado, M. (2019). Conocimiento profesional docente en ciencias naturales: tendencias teóricas. *Areté. Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, 5(10), 93-117. [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_arete/article/view/16990](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_arete/article/view/16990)
- Molina, N., y González, P. (2021). Ciencias naturales y aprendizaje socioemocional: una experiencia desde la enseñanza de las ciencias basada en la indagación. *Revista Saberes Educativos*, (6), 25-58. <https://doi.org/10.5354/2452-5014.2021.60683>
- Morales, M., Acosta, K. y Rodríguez, C. (2022). El rol docente y la indagación científica: análisis de una experiencia sobre plagas en una escuela vulnerable de Chile. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 1-20. <https://bit.ly/3TemVrM>
- National Academy of Sciences (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. National Academy Press.
- Nind, M. (2019). A new application for the concept of pedagogical content knowledge: teaching advanced social science research methods. *Oxford Review of Education*, 46(2), 185-201. <https://doi.org/10.1080/03054985.2019.1644996>
- Ortega, R., Veloso, R., y Hansen, O. (2018). Percepción y actitudes hacia la investigación científica. *ACADEMO. Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(2), 101-109. <https://doi.org/10.30545/academo.2018.jul-dic.2>
- Parra, W., Angulo, F., y Soto, C. (2018). El Vínculo del Andamiaje en la Caracterización del PCK del Profesor de Ciencias. Estudio de Caso en Educación Superior. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Extraordinario). <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8782>

- Paz, A. (2017). La docencia reflexiva en la enseñanza de la sociología. *Teoría e Cultura*, 12(1), 95-111. <https://doi.org/10.34019/2318-101x.2017.v12.12355>
- Pérez, M. (2016). La investigación formativa, una práctica docente con sentido. *Boletín Redipe*, 5(3), 125-129. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/56>
- Piovani, J., y Muñiz, L. (2018). ¿Condenados a la reflexividad? Apuntes para repensar el proceso de investigación social. Biblos; CLACSO.
- Pulido, J. (2009). Enseñanza de la estadística a partir de la actitud del alumno. *Laurus*, 15(30), 42- 70. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76120651003.pdf>
- Reyes-Cárdenas, F., y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 23(4), 415-421. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30129-5](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30129-5)
- Rojas, H. M. y Méndez, R. (2019). Procesos de formación en investigación en la Universidad: ¿Qué le queda a los estudiantes? *Sophia*, 13(2), 53-69. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.13v.2i.261>
- Sala, G., y Font, V. (2019). El papel de la modelización en una experiencia de enseñanza de matemáticas basadas en indagación. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (16), 73-85. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i16.283>
- Sánchez, H. H. (2017). La investigación formativa en la actividad curricular. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 17(2), 71-74. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v17.n2.836>
- Sánchez, R. (2014). *Enseñar a investigar. Una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanas*. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, UNAM.
- Seid, G., y Cuello, C. J. (2021). Aprender Metodología de la Investigación: los estudiantes de Sociología ante una materia extraña. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 51(2), 133-150. <https://doi.org/10.48102/rlee.2021.51.2.371>
- Sepúlveda, B., Castro, J., y Pavez, O. (2018). Impacto de la aplicación de una guía metodológica científica en proyectos de investigación escolares en la región de Atacama, Chile. *Holos*, 1, 157-169. <https://doi.org/10.15628/holos.2018.6595>
- Sirvent, M., Salas, E., Alarcón, K. y Maguiña, P. (2018). Fortalecimiento del Sistema de Investigación de 10 Instituciones de Educación Superior Pedagógica y Tecnológica. Mejoramiento de la Calidad de la Educación Superior PROCALIDAD. <https://hdl.handle.net/20.500.12982/6182>
- Stufflebeam, D. y Shinkfield, A. J. (1995). *Evaluación sistemática, guía teórica y práctica*. Ediciones Paidós.

Suchman, E. (1967). *Evaluative research: Principles and practice in public service and social action program*. Rusell Sage Foundation.

Urbina, J. E., Gamboa, A. A., y Prada, R. (2020). Procesos formativos en investigación: relatos de estudiantes y profesores de un programa de trabajo social. *Revista Espacios*, 41(39), 22-31. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n39/a20v41n39p03.pdf>

Velandia, C., Serrano, F. J., y Martínez, M. J. (2017). Formative research in ubiquitous and virtual environments in higher education. *Comunicar. Media Education Research Journal*, 25(51), 09-18. <https://doi.org/10.3916/C51-2017-01>



Como citar:

Saldaña, S. Estrategias metodológicas Suchman y dominio de capacidades de indagación científica en estudiantes de una universidad pública de Lima. *Administración y organizaciones* 26(50).



Administración y Organizaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional License.

## Innovación social y gobernanza en el contexto de una organización rural del tercer sector en Zumpahuacán, Estado de México

### *Social innovation and governance in the context of a rural third sector organization in Zumpahuacán, State of Mexico*

Karina Jacqueline Poot Rodríguez<sup>I</sup>, Patricia Mercado Salgado<sup>II</sup>, Juan Jesús Velasco Orozco<sup>III</sup>

Fechas recepción 24 septiembre de 2022. Fecha de aceptación: 8 de marzo de 2023.

### Resumen

Frente a un escenario de pobreza, marginación y desigualdad, la innovación social se muestra como una estrategia para la solución de problemas sociales, donde la participación de la comunidad incrementa su potencial a nivel local como motor de gobernanza; sin embargo, se detectan vacíos sobre qué prácticas y actores toman lugar en un contexto rural. El objetivo de este artículo es visibilizar a los actores y prácticas de innovación social y gobernanza impulsados por una organización del tercer sector. Se trata de un estudio con enfoque exploratorio cualitativo, el cual se aplicó con técnicas como la entrevista a profundidad y la observación participante, ambas analizadas con el programa ATLAS.ti. Como resultados destacan la acción colectiva, la identidad, las relaciones entre actores y el desarrollo de proyectos sociales como principales prácticas; concluyendo que la organización intercomunitaria vinculada con actores externos es el principal detonante de innovación social y gobernanza.

**Palabras clave:** innovación social, gobernanza, organización rural

**Código JEL:** O18, L31

### Abstract

Facing a scenario of poverty, marginalization and inequality, social innovation is shown as a strategy for the solution of social issues, where community participation increases its potential at the local level as an engine of governance; nevertheless, voids are detected as to what practices and actors take place in a rural context. The objective of this article is to visibilize the actors and practices of social innovation and governance promoted by a third sector organization. It's a study with an qualitative exploratory approach, which was applied with techniques such as in-depth interviews and participatory observation, both analyzed with the ATLAS.ti software. As results, collective action, identity, relations between actors and social projects development are highlighted as main practices; concluding that the intercommunity organization linked with external actors is the main detonator of social innovation and governance.

**Keywords:** social innovation, governance, rural organization

**JEL Code:** O18, L31

• • • • •

I Universidad Autónoma del Estado de México. Estudiante del Doctorado en Ciencias Económico Administrativas, [pootkarina@gmail.com](mailto:pootkarina@gmail.com)  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8396-9866>

II Universidad Autónoma del Estado de México. Profesora Investigadora (Investigación y Estudios Avanzados (Posgrado), [pat\\_mersal@yahoo.com](mailto:pat_mersal@yahoo.com)  
ORCID <http://orcid.org/0000-0002-5140-3139>

III Universidad Autónoma del Estado de México. Doctorado (Facultad de Antropología), [jujevo@gmail.com](mailto:jujevo@gmail.com)  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5330-7546>

## Introducción

La innovación se ha convertido en tema central para los gobiernos en la búsqueda de crecimiento económico y sostenibilidad en el mundo, de acuerdo a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) (2015); sin embargo, la estrategia orientada a la tecnología no ha sido suficiente para disminuir la pobreza, la desigualdad social o el desempleo (García-Flores y Palma, 2019). Para atender los problemas sociales se requiere la inclusión de innovaciones que contribuyan a un cambio de paradigma (Hans-Werner *et al.*, 2012). La innovación social consiste en crear nuevas oportunidades que transformen y solucionen una situación de vulnerabilidad a través de nuevas ideas y acciones no pensadas por las instituciones (Martínez-Celorrio, 2015).

Las experiencias de innovación social resaltan en contextos donde la comunidad toma acción sobre sus problemas dando paso a nuevas formas de gobernanza, conformando alianzas para materializar las iniciativas a través de liderazgos compartidos (Eizaguirre y Klein, 2020). Implica un proceso en el cual los actores sociales colaboran con el fin de cumplir un objetivo que, de trabajarse de forma individual, no podría conseguirse, procurando proteger la autonomía y gestionar soluciones sin ceder las decisiones a externos (Klein, 2018). Algunos estudios realizados sobre el tema (Buckland *et al.*, 2014; Klein *et al.*, 2020; Mosquera *et al.*, 2020) han abonado a su entendimiento en diversos escenarios, sin embargo, aún hay vacíos sobre los actores y prácticas de innovación social y gobernanza en otros contextos. Por lo anterior, el interés de este artículo es responder ¿qué actores y qué prácticas de innovación social y gobernanza toman lugar en un contexto rural? Lo anterior a partir de la experiencia de una organización del tercer sector ubicada en el municipio de Zumpahuacán.

El tercer sector se refiere a organizaciones fuera del ámbito público y privado, de origen comunitario, con un alto nivel de protagonismo y trayectoria en la atención de problemas sociales, ambientales, comunitarios y políticos (Grosso, 2013). Presenta rasgos y características distintas en la prestación de sus servicios en comparación con organismos del sector público o privado, ya que son mejores para conectarse con poblaciones de difícil acceso (Bach-Mortensen *et al.*, 2018).

Zumpahuacán es un municipio sureño del Estado de México, con altos índices de pobreza y marginación, como indica el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2020), pues posee un notable rezago de servicios básicos, entre ellos el de salud, educación, infraestructura carretera y eléctrica, drenaje y agua potable, además de no contar con espacios deportivos y culturales. El escenario de pobreza y falta de servicios públicos motivó la acción colectiva de algunos habitantes para atender los problemas que los aquejan. Así, en 2020, decidieron conformar una asociación civil con el objetivo de integrar a 32 comunidades para preservar su identidad y generar propuestas de desarrollo integral mediante la gestión de proyectos sociales que mejoren su economía, medio ambiente e infraestructura.

Para atender las preguntas de investigación, se desarrolló una metodología cualitativa utilizando como técnica las entrevistas a profundidad aplicadas a miembros de la organización rural, así como la observación participante. Una vez transcrito el material, la información se analizó con el programa ATLAS.ti. Los principales hallazgos encontrados son: el desarrollo de proyectos sociales, la identidad, las relaciones entre actores internos-externos y la acción comunitaria, todos como principales prácticas donde la organización rural es actor detonante de

innovación social y gobernanza. De este modo, el trabajo se estructura en cuatro apartados; primero se presenta la revisión de literatura, después se aborda la metodología empleada para visibilizar a los actores y prácticas, el tercer subtema presenta los resultados obtenidos del análisis cualitativo, y, por último, se incluyen las conclusiones.

## 1. Revisión de literatura

### 1.1 Innovación social

El enfoque social de la innovación se distingue como resultado de la acción de actores multisectoriales que colaboran para solucionar problemas sociales (Hernández-Ascanio *et al.*, 2016). El campo de acción de la innovación social es amplio, ya que puede emerger desde el ámbito público, privado o social, convirtiéndose en una alternativa para resolver problemas que surgen principalmente en momentos de crisis (McGowan *et al.*, 2017). Algunos autores (Parada *et al.*, 2017; Mulgan, 2019) la definen como el conjunto de nuevas prácticas sociales, de novedosas soluciones a través de productos y servicios, con intervención de actores para resolver un problema a través de nuevas relaciones sociales, que dependerán del contexto donde se ubique la experiencia.

Existen innovaciones sociales relacionadas al mercado como el comercio justo, la economía circular, la economía colaborativa, la empresa social, la banca ética, o la economía social (Martínez-Celorrío, 2017), y no relacionadas al mercado como soluciones educativas, de apoyo a población vulnerable o culturales (Cancellieri *et al.*, 2018). Su propósito es dar respuesta a problemas sociales en diversos escenarios y territorios (Alonso-Martínez *et al.*, 2018). No obstante, desarrollarla no implica desestimar a la innovación tecnológica o a las expuestas en el Manual de Oslo (innovación de producto, de proceso, organizacional y de marketing), a las innovaciones dicotómicas (radical/incremental, abierta/cerrada), u otro tipo de ellas. Al contrario, las innovaciones sociales pueden ser tecnologías que mejoren las condiciones de vida en una comunidad, nuevas formas de organización u otras formas de comercializar con mayor impacto en la población.

No existe un mecanismo único para impulsar innovaciones sociales (Hernández-Ascanio y Rich-Ruiz, 2020), pues este dependerá de la caracterización y relación entre los objetivos que se quieren cubrir, los actores que participan, así como las prácticas que se utilicen, siendo un ámbito poco abordado en la literatura (Klein *et al.*, 2020). Lo que hace que una innovación sea social se encuentra en su estructura intangible, reflejada en una combinación de prácticas sociales, impulsada por diversos actores de manera enfocada (Hans-Werner *et al.*, 2012). Las prácticas sociales son patrones de actividad de los individuos, habilidades en forma de conocimientos prácticos incorporados y rutinarios, que no operan de forma aislada, sino que se interconectan para generar un cambio (Welch, 2017). Son formas organizadas de actividad, fenómenos inherentemente sociales, habilidades aprendidas socialmente y significados culturales compartidos (Klitkou *et al.*, 2022).

Las prácticas de innovación social varían de acuerdo a su origen y su nivel de intervención o transformación, distinguiéndose dos tipos de cambio: uno que refleja cambios graduales y otro que implica un cambio de paradigma, es decir, las prácticas pueden transformar estructuras o generar modificaciones sucesivas en dichas estructuras (Zubero, 2015). Cuando las prácticas sociales emergen en contextos donde la comunidad es el actor principal, pueden impulsar un cambio con influencia de abajo hacia arriba que propicia nuevas formas de gobernanza (Galego *et al.*, 2022).

## 1.2 Gobernanza

La gobernanza favorece la construcción de alianzas donde los actores colaboran con el fin de cumplir un objetivo, manifestándose como una estrategia flexible y democrática para abordar los problemas públicos, pues se le da voz a grupos que se encuentran social y políticamente excluidos (Galego *et al.*, 2022). Son nuevas formas de relacionarse y de ejercer poder entre los actores; alianzas que se generan para el intercambio de información y de conocimientos para el beneficio mutuo, donde la cooperación define las actividades para obtener resultados y la colaboración ayuda a cumplir objetivos en común (Klein, 2018).

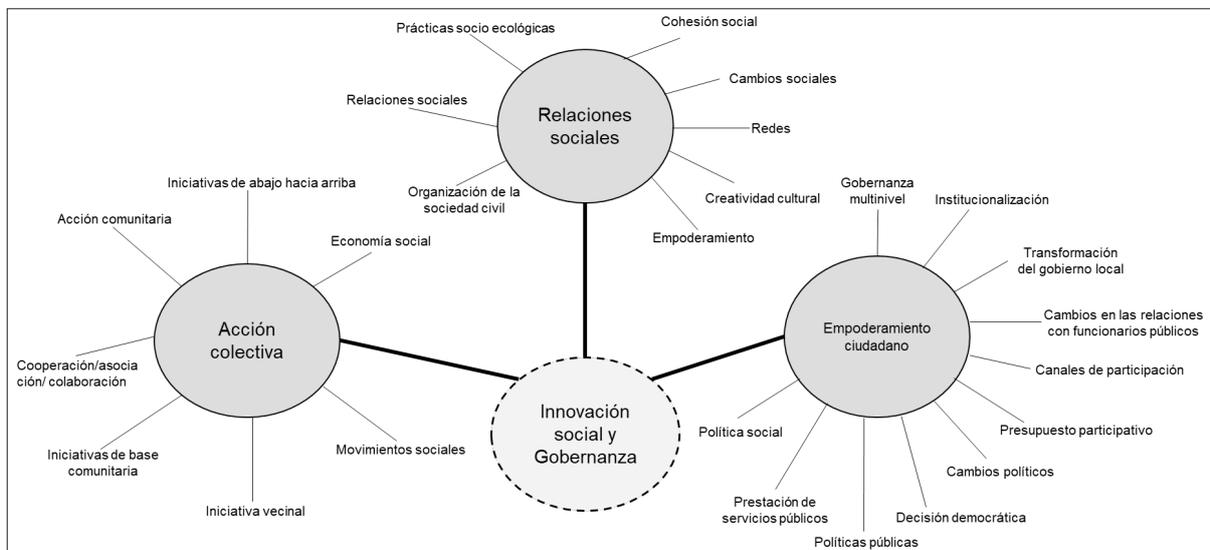
En las últimas décadas la administración pública vio un cambio en los modelos de toma de decisiones, dando apertura a otros actores. Ejemplo de ello es el presupuesto participativo que brinda a los ciudadanos la oportunidad de coadyuvar en las decisiones acerca del presupuesto gubernamental, para que éste sea inclusivo, eficiente y transparente (Lorenzo *et al.*, 2021). Se emplean dinámicas híbridas de arriba hacia abajo o viceversa, donde la toma de decisiones se refleja en ambos sentidos, sin embargo, en algunos casos se observa una dinámica de gobernanza donde la sociedad se enfrenta a un gobierno tradicional con estructuras complejas y jerárquicas, limitaciones financieras y con poca apertura para participar (Colona y Jaffe, 2016).

## 1.3 Relación entre innovación social y gobernanza

La interacción entre actores en los procesos de gobernanza para resolver problemas sociales determina el carácter social de la innovación. La innovación de esta índole requiere del capital social, de la acción colectiva intercomunitaria (interno), al igual que de la cooperación entre instituciones públicas y privadas (externo) para el logro de objetivos comunes (Conejero, 2016).

Hay una relación entre la innovación social y la gobernanza que, de acuerdo al análisis de Galego *et al.* (2022), se refleja en tres dimensiones: la acción colectiva para satisfacer necesidades, la transformación de las relaciones sociales y el empoderamiento ciudadano para trabajar hacia el cambio en las estructuras sociopolíticas. Cada dimensión se evidencia en diferentes prácticas (figura 1).

**FIGURA 1. PRÁCTICAS DE INNOVACIÓN SOCIAL Y GOBERNANZA**



FUENTE: ADAPTADO DE GALEGO ET AL. (2022)

La acción colectiva contribuye a la construcción de redes de participación social horizontales y verticales o de confianza, y al establecimiento de normas de reciprocidad para cumplir acuerdos (Castillo, 2017). En la mayoría de los casos, es promovida por un actor o innovador social que juega un papel central para impulsar acciones hacia la resolución de problemas, quien para generar un cambio con impacto a largo plazo, requiere del apoyo y colaboración de personas e instituciones (Rosing *et al.*, 2016).

## **2. Metodología**

El análisis cualitativo implica la interacción con los sujetos analizados y una amplia revisión de información para construir una caracterización sólida del fenómeno de interés (Starr, 2014). La decisión del enfoque a utilizar depende del problema y la pregunta que se desea responder, por ello, este trabajo se centra en un estudio de caso como evidencia empírica sobre un fenómeno en un contexto real. Mediante la investigación colaborativa se generó apertura con los integrantes de la organización rural para indagar sobre cómo se relacionan unos con otros, asumiendo una responsabilidad comprometida con la orientación del trabajo, respetando las opiniones de quienes participan en la experiencia (Graebner *et al.*, 2012).

En la literatura existen diversas propuestas para analizar la innovación social, la mayoría en etapa experimental (Méndez, 2015; SINNERGIAC Social Innovation (UPV/EHU), 2013). Dichos acercamientos son sugerencias para un análisis de la innovación social como proceso o como resultado de una iniciativa con un enfoque medible considerando algunas variables, por lo que la elección dependerá de lo que se quiera indagar. Algunas investigaciones utilizan la propuesta de cinco variables que definen la existencia de innovación social en una iniciativa: impacto social, sostenibilidad económica, tipo de innovación, colaboración intersectorial, escalabilidad y replicabilidad (Buckland y Murillo, 2013). Dichas variables han sido aplicadas en diferentes contextos (Buckland *et al.*, 2014; Mosquera *et al.*, 2020), sin embargo, la evidencia del binomio “innovación social” y “gobernanza” es escasa, siendo la aportación de esta investigación.

Para el análisis se consideraron tres categorías: la acción colectiva que enfatiza las acciones de los ciudadanos en los movimientos sociales, las iniciativas de base y la colaboración dirigida por la comunidad; las relaciones sociales que cambian los equilibrios de poder mediante los procesos organizacionales y redes que permiten la inclusión, superar barreras culturales y generar cohesión entre comunidades; y por último, el empoderamiento ciudadano que favorece la participación pública en la toma de decisiones y nuevos arreglos de gobernanza.

Se aplicó la técnica de la entrevista a profundidad a miembros del comité central de la organización rural. Las entrevistas se desarrollaron en un ambiente de confianza donde los entrevistados tuvieron libertad de compartir su experiencia y pudieron aflorar elementos no previstos en la investigación. Se elaboró un reporte de observación de un evento realizado por la organización rural, en el cual se expusieron avances de las actividades desarrolladas en 2021 en presencia de actores externos como la UAEMéx y la organización nacional indígena.

En los estudios cualitativos la observación participante es una herramienta que permite ir capturando aspectos que ayudan a comprender e involucrarse en la experiencia que se estudia.

A partir de la observación se generaron notas que permitieron confirmar relaciones, así como plasmar las experiencias y percepciones del investigador. Dicha observación permitió captar las primeras impresiones del fenómeno, detectar actores y comprender el contexto. Una vez transcritas las entrevistas y el reporte de observación, los datos resultantes se analizaron con el programa ATLAS.ti y posteriormente se realizó la codificación, un proceso de asignación de códigos a segmentos de información (tabla 1).

**TABLA 1. COOCURRENCIAS ENTRE CATEGORÍAS Y ENTREVISTAS**

Categorías	Número de códigos	Número de citas							Total de citas
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	R1	
Acción colectiva	3	3	7	3	19	5	8	7	52
Relaciones sociales	4	3	4	11	17	14	1	12	62
Empoderamiento ciudadano	2	2	2	1	1	3	1	3	13
<b>Totales</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>127</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON PROGRAMA ATLAS.TI.

En el análisis se detectaron nueve códigos respaldados por 127 citas, encontrando que las categorías sobre acción colectiva y relaciones sociales presentaron mayor valor. Por otro lado, se obtuvieron las frecuencias por código (tabla 2), para identificar las prácticas de innovación social y gobernanza.

**TABLA 2. CÓDIGOS Y FRECUENCIAS**

Categorías	Códigos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Acción colectiva	Iniciativa de base comunitaria	11	7.80%
	Identidad como pueblos originarios	23	16.31%
	Acción comunitaria	23	16.31%
Relaciones sociales	Relaciones sociales internas y externas	21	14.89%
	Cambios sociales	9	6.38%
	Organización de la sociedad civil	8	5.67%
	Empoderamiento/Proyectos sociales	33	23.40%
Empoderamiento ciudadano	Prestación de servicios públicos	6	4.26%
	Canales de participación política	7	4.96%
<b>Totales</b>		<b>141</b>	<b>100%</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON PROGRAMA ATLAS.TI.

A partir de los códigos se fue construyendo el documento de acuerdo a las categorías analizadas. Para asegurar la confiabilidad y validez de los hallazgos se leyeron y codificaron los textos de forma independiente, se compararon y revisaron iterativamente antes de consolidarlos (Graebner *et al.*, 2012). Así mismo, para evitar sesgos, se aplicaron dos técnicas: la primera consistió en triangular las fuentes de información y se llevó a cabo una verificación de datos con el informante después de cada entrevista (Borjas, 2020). El alcance de esta investigación es exploratorio, considerando la perspectiva de la organización rural como actor principal. Para obtener información de la experiencia fue necesario realizar visitas en campo durante el periodo de enero a junio de 2022.

### 3. Resultados

Las categorías facilitaron la identificación de códigos para evidenciar los resultados (tabla 3). Los actores que participan en las prácticas de innovación social y gobernanza se identificaron en dos niveles: al interior de la organización y en actores externos que se describen en la categoría de relaciones sociales.

**TABLA 3. DESCRIPCIÓN DE CÓDIGOS SOBRE INNOVACIÓN SOCIAL Y GOBERNANZA**

Categoría	Códigos	Resultados
Acción colectiva	Iniciativa de base comunitaria Acción comunitaria	Necesidades y creatividad de los ciudadanos para responder a los problemas. Colaboración de los pobladores para compartir experiencias locales y reforzar la vida comunitaria.
	Identidad	Definirse como pueblos originarios es un elemento de unidad.
Relaciones sociales	Relaciones intercomunitarias y con actores externos	División del territorio en zonas, organización rural con estructura horizontal y alianzas con actores externos como la universidad, ONG's y gobierno estatal.
	Cambios sociales	Representación en los 32 pueblos para generar espacios de inclusión y participación comunitaria.
	Constitución de una sociedad civil Proyectos sociales	Dinámica funcional que permite dar voz a todos los participantes. Estrategia para obtener recursos y adquirir capacidades que fortalecen la autogestión.
Empoderamiento ciudadano	Prestación de servicios públicos	Escasa comunicación con gobierno local que motiva la acción colectiva para gestionar servicios públicos.
	Canales de participación política	Alianza con organización nacional indígena que les permite mayor participación en políticas públicas.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON PROGRAMA ATLAS.TI.

#### 3.1 Acción colectiva

Zumpahuacán, conocido como lugar de los colorines, es un municipio integrado por 32 comunidades principalmente rurales. La cabecera municipal está conformada por los barrios San Juan, La Cabecera, La Ascensión, San Agustín, San Pedro, San Mateo, San Miguel y Santa Ana, siendo estos los que reciben atención del gobierno por contar con la mayoría de los servicios públicos. En el municipio es notable el rezago de servicios básicos, entre ellos, salud, educación, infraestructura carretera y eléctrica o drenaje y agua potable, además de no contar con espacios deportivos y culturales, situación que genera otros problemas sociales, entre ellos, la elevada migración a Estados Unidos y el consumo de alcohol. Este escenario motivó que algunos pobladores reflexionaran sobre la necesidad de generar un cambio y tomar acción para atender las necesidades en momentos de crisis, ya que se trata de un municipio que, en palabras de sus pobladores, se encuentra en el abandono.

Es así como un campesino (considerado por los pobladores como líder social), actor que creció en el seno de una familia de artesanos, siempre tuvo la inquietud de hacer algo por su comunidad. Desde joven se interesó por participar en movimientos sociales, acumulando un historial de experiencias de lucha desde la trinchera social y política. Un evento suscitado en 1971 fue detonante para iniciar nuevos proyectos, cuando jóvenes provenientes de diversas comunidades de Zumpahuacán solicitaron apoyo al nuevo presidente municipal (un profesor que no era oriundo del municipio), para la construcción de una escuela normal, pero no fueron escuchados, presenciando el rechazo.

En aquel entonces, siendo estudiante, se hacía preguntas y reflexionaba por qué las comunidades en Zumpahuacán continuaban sin oportunidades, situación que poco a poco lo fue involucrando en movimientos sociales en diferentes momentos de su vida. Aunque el camino de lucha del líder social es largo, lleno de experiencias, hubo dos momentos importantes que han servido como puntos de inflexión hacia nuevas formas de responder a las vicisitudes. El primero fue en 2007 cuando pobladores de Zumpahuacán se percataron de la presencia de camiones de basura que llevaban residuos a un espacio que estaba contemplado para ser relleno sanitario; un lugar reconocido como pulmón de la región, y que autoridades municipales decidieron vender. Esta situación causó molestia ya que al poco tiempo empezaron a llegar camiones para descargar basura. Tal hecho motivó la unión de los pobladores para solicitar un diálogo, pero no fueron escuchados, removiendo sentimientos sobre la necesidad de cohesionar al pueblo a través de una organización que sirviera de apoyo para defender sus derechos.

Lo anterior motivó la conformación de una organización integrada por pueblos nativos el 24 de noviembre del 2007, ante la presencia de autoridades de la región. Sin embargo, el camino no fue fácil, pues con el paso del tiempo esta organización se fue desarticulando, hasta desaparecer. Esta situación generó la reflexión de que el pueblo no estaba listo para un cambio de pensamiento, pues no se entendía el motivo de estar organizados; así, durante diez años, Zumpahuacán permaneció sin voz de sus pobladores. Durante ese tiempo de silencio, el líder social se integró a otros grupos como Antorcha Campesina, tratando de aprender cómo lograr cohesión social, sin embargo, nunca estuvo del todo convencido, pues las ideas de dichos movimientos sociales no se veían reflejadas en resultados concretos para los habitantes.

En 2017 el interés de conformar una organización fue compartida con amigos de un pueblo cercano perteneciente al municipio de Tenancingo, quienes sí lograron formalizar su proyecto. Fue en una reunión cuando le informaron al líder social que por haberles dado la idea de organizarse lo habían integrado como un miembro más, sin embargo, esto no fue de su agrado ya que su vínculo con Zumpahuacán era más fuerte. Así, en el mismo año, este líder social hizo la labor (nuevamente) de sumar a pobladores de diferentes comunidades de Zumpahuacán logrando integrar cerca de veinte personas.

El periodo de diez años (2007 al 2017) fue un camino de aprendizaje, pues siempre, en el intento de consolidar la unión a través de una organización social, se procuró involucrar a diversos actores del territorio como el gobierno municipal y a los delegados de cada comunidad, buscando su anuencia y reconocimiento, no obstante, solo obtuvieron negativas que frenaban la idea de una sociedad organizada. Se trataba de dar vida a una agrupación sin fines políticos,

que fuera un refugio donde los zumpahuacenses pudieran expresar sus ideas y lograr una transformación social. Al tiempo de transmitir el motivo de este nuevo proyecto a pobladores de Zumpahuacán, el líder social tuvo la fortuna de (en este intento) coincidir con personas que comprendieron el objetivo de organizarse.

Fuimos con presidentes municipales pero fue un error. Después con los delegados que tienen su sello y su poder, que a lo mejor ese documento sí sirve para ir a un registro, pues error. Sí firmaron, ahí tengo un papel firmado por los delegados, pero terminando su función ¿dónde los ves? igual que los presidentes municipales. Ellos firmaron pero nunca entendieron que eran integrantes de una asociación, estaban aceptando que se formara pero no entendieron el motivo (B. Díaz, entrevista el 9 de febrero 2022).

En el pasado, los intentos de constituirse se desvanecían al no haber un entendimiento de lo que significa estar unidos para defender sus derechos como pueblos que mantienen su integridad social, cultural y tradicional, por medio de procesos complejos de negociación con la sociedad dominante, creando una red interna entre comunidades y con actores externos (gobierno, universidad, ONG's) para generar nuevas formas de gobernanza. Así es como se conformó un primer comité, cuyos miembros fueron portavoces en otras comunidades agregando a más personas en esta nueva misión, lo que facilitó su registro ante notario público.

El 2017 fue un año decisivo para integrar a pobladores del municipio en la nueva organización intercomunitaria. En reuniones donde se congregaba más gente de diversas comunidades, se sumaron personas que siempre tuvieron inquietudes similares, lo que facilitó que entendieran la importancia de dar identidad a un municipio que para sus pobladores se encontraba en situación de olvido, marginación y pobreza. Es así como se realizó la primera actividad, que consistió en visitar a las 32 comunidades para invitarlas al nuevo proyecto, logrando la integración de 110 personas con representantes de cada una de ellas.

Dado que la organización rural aún no contaba con la constitución legal, decidieron trabajar con mucha cautela, es decir, no realizaron una invitación abierta porque había la percepción de que personas negativas podrían frenar la iniciativa. Por ello, trabajaron durante un año para reunir a las personas a través de una búsqueda selectiva, ya que estaban conscientes de que no todos comprenderían la iniciativa de estar organizados. En las comunidades hay líderes que se identifican como personajes influyentes, y es con quienes se dirigen para invitarlos al nuevo proyecto.

No todos comprenden el tema, a otros se les hace complicado y algunos no lo entienden, otros piensan que es política. Tuvimos muchas trabas, no fue fácil y al fin nos dijeron que sí, regresen porque lo voy a pensar, regresen porque voy a preguntar con mis amigos a ver qué piensan, qué dicen. Pero también nosotros no hicimos una invitación general, no quisimos exponer la idea con todos porque siempre hay personas que lejos de ser propositivos son negativos, y al no estar constituidos nos podrían perjudicar (M. Morales, entrevista el 17 de febrero 2022).

En el proceso de unir a pobladores de todas las comunidades, se fueron reconociendo nuevos líderes que compartían la idea de hacer algo positivo por el municipio, algunos de ellos con estudios académicos, como una joven oriunda del barrio La Ascensión, que desde su integración a la organización ha dado acompañamiento al comité central haciendo una mancuerna entre experiencia y nuevas ideas, lo que dio paso a la consolidación de la iniciativa y la integración de otros jóvenes. La joven, si bien cuenta con perfil académico, tuvo oportunidad de ser funcionaria de gobierno algunos años atrás, experiencia que le permitió conocer e identificar las necesidades y problemas que se viven en Zumpahuacán.

### 3.2 Relaciones sociales

La organización rural con el estandarte de pueblos originarios siempre tuvo claro que su estructura debía ser funcional, horizontal y con representación en las 32 comunidades. Para lograrlo, decidieron tener un comité central integrado por un presidente, vicepresidente, tesorero, secretario y jefe supremo (quien porta el bastón representativo de unidad de todos los pueblos), diez personas responsables de diferentes comisiones que son ejes de la organización, además de 32 mujeres y 32 hombres representantes de cada comunidad. Las comisiones son ejes de trabajo que abordan los siguientes temas: infraestructura, desarrollo agropecuario, desarrollo social, educación, turismo y cultura, grupos vulnerables, salud y deporte, ecología y recursos naturales, economía, comercio y transporte, comunicación social y propaganda. Los representantes de dichas comisiones pueden ser de cualquier comunidad de Zumpahuacán. El periodo de cada cargo es de cinco años, pero si por alguna razón no pueden concluir el periodo, es posible retirarse y dar oportunidad a otro integrante.

Algo que distingue a la organización rural es el respeto a la gente mayor (llamados abuelos) consideradas personas sabias, conocedoras de la historia y tradiciones, por ello, se conformó un consejo integrado por abuelos. Del mismo modo, han integrado otros consejos con diferentes misiones, por ejemplo, un consejo de jóvenes que son guardianes de las comunidades y están al pendiente de que no se talen árboles o que se pasen por alto los derechos de las comunidades; un consejo de profesionistas que contribuyen en proyectos sociales y participan en las propuestas de desarrollo; un consejo de mujeres que procuran la no violencia familiar, entre otros. Si bien, la idea principal fue conformarse para atender los problemas sociales y dar identidad a Zumpahuacán, están abiertos a colaborar con otros municipios o comunidades, siempre y cuando coincidan en la búsqueda del bien común y no se pierdan en intereses personales.

Inicialmente el propósito de la organización fue trabajar los ocho barrios ubicados en la cabecera de Zumpahuacán, pero eso significaba replicar la estrategia del gobierno que solo opera en ese territorio, fue entonces que pensaron en abarcar todo el municipio. La propuesta consistió en dividir a las comunidades por zonas de acuerdo a sus características geográficas (población, clima, recursos forestales y agrícolas) y socioeconómicas (población, educación y ac-

tividad económica). Esta división del territorio les permite tener mayor impacto en las acciones, al tener ubicadas las prioridades y potencialidades de cada lugar, ya que las comunidades de cada zona comparten características similares.

La zona 1 la integran los ocho barrios (Santa Ana, La Cabecera, San Juan, San Pedro, San Agustín, San Miguel, La Ascensión y San Mateo). Cuenta con historia y atractivos naturales que se pueden aprovechar para su desarrollo socioeconómico, por ello, los pobladores consideraron establecer un circuito ecoturístico donde se pudieran exhibir las artesanías, el mezcal, la comida típica, hacer eventos los fines de semana, entre otras actividades que llamaran la atención del turismo. La zona 2 (Santa Cruz de los Pilares, Llano del Copal, Guadalupe Tlapizalco, Santiaguillo, Caserío San Isidro y San Antonio Guadalupe) produce principalmente fresa, epazote, calabaza, cebolla, cilantro, maíz y guayaba, productos que venden en el mercado del municipio vecino de Tenancingo. En dicha zona destaca la presencia de organizaciones floricultoras, identificadas como empresas pequeñas que ofrecen algunos empleos fijos y temporales.

La zona 3 integrada por San Pablo Tejalpa, Guadalupe Ahuacatlán, San Nicolás Palo Dulce, San Miguel Ateopa, Santa Catarina y San José Tecontla, obtiene sus principales ingresos de la agricultura, la venta de rebozos, de sillas hechas de madera y palma, así como de la producción de licores de frutas. Otro ingreso importante son las remesas, ya que la mayoría de las comunidades presentan alta migración a Estados Unidos. La zona 4 está integrada por Santa Ana Despoblado, Guadalupe Chiltamalco, San Pedro Despoblado, Chiapa San Isidro, Santa Cruz Atempa, Santa María y San Mateo Despoblado; esta área destaca por la siembra de agave para producir mezcal, principalmente de clase joven o sin reposar, actividad que han realizado sus habitantes por generaciones, con producción a pequeña escala, donde la mayoría de las fábricas son rústicas y cuentan con escasa infraestructura.

Por último, la zona 5 está integrada por San Gaspar, Ahuatzingo, Colonia Guadalupe Victoria, El Zapote y El Tamarindo, todas ellas comunidades que realizan la venta de cosecha para obtener ingresos, además de que sus vecinos suelen trabajar en invernaderos como jornaleros. En la zona hay empresas floricultoras que ofrecen trabajos temporales, luego le sigue la venta de mezcal artesanal, de las artesanías de palma y, por último, existe un porcentaje de profesionistas que trabajan en el magisterio. Las cinco zonas comparten similitud de problemas, liderando la falta de servicios de salud, de agua potable, de transporte e infraestructura. Respecto a la producción agrícola, se siembran (para autoconsumo y venta) el maíz y el frijol que se producen en todas las comunidades, destacando el gran potencial que tiene la siembra de cacahuete, agave y ciruela.

En el proceso de integración comunitaria, la organización tuvo el acompañamiento de actores que apoyaron la consolidación del proyecto. Un primer actor referido es el notario que formalizó la organización, una persona comprometida con los pueblos originarios, quien fue guía para esta iniciativa participando activamente en la defensa de los derechos de las comunidades y que forma parte de una organización de pueblos originarios con presencia a nivel nacional. Dicha organización nacional conformada desde 2018 también tuvo el cuidado de seleccionar con quienes participar, pues refieren sus miembros que en el país hay agrupaciones indígenas con líderes y objetivos que no siempre operan para el beneficio colectivo. Cuando la organi-

zación nacional tuvo conocimiento sobre el nuevo proyecto que se gestaba en Zumpahuacán, este llamó su atención, por lo que decidieron dar acompañamiento e integrar a sus impulsores a su red de aliados en la lucha por preservar las tradiciones, identidad y derechos de los pueblos.

La organización rural de Zumpahuacán tiene presente que para lograr cambios y atender los problemas sociales debe existir la colaboración con otros actores, lo que coincide como práctica para la innovación social (Klein *et al.*, 2020). Por ello, desde su conformación han establecido alianzas para realizar acciones a favor de las comunidades construyendo una red donde cada actor participa desde el ámbito de su competencia. Se identifican figuras internas de la organización (líder social, comunidades) y también existen las externas, cercanas al proyecto y quienes realizan acciones colaborativas.

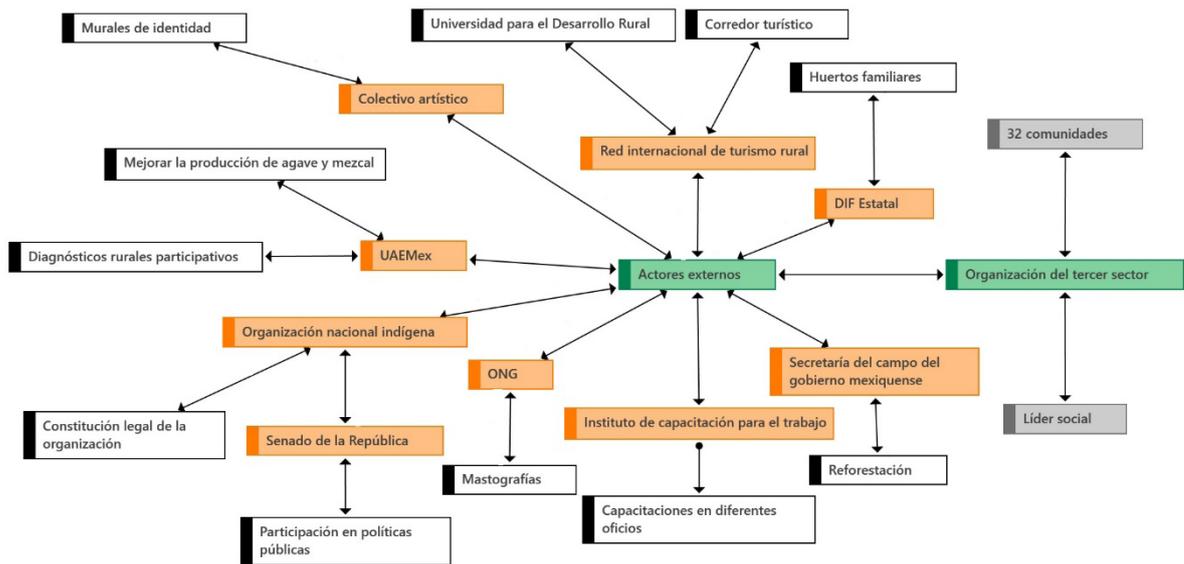
Uno de los objetivos es crear identidad en el municipio como pueblo originario; en ese sentido, una de sus acciones fue la de pintar murales que expresen las principales características de cada comunidad. Para esta tarea, la organización rural trabajó con un colectivo de jóvenes artistas, quienes se dieron a la tarea de ubicar espacios para realizar los murales de identidad. Frente a la necesidad de favorecer el desarrollo económico, se establecieron lazos con la Red Internacional de Turismo Rural, para tener acceso a capacitaciones y colaboración en proyectos a largo plazo, como la construcción de un corredor turístico que facilite la venta de comida, artesanías y mezcal, así como la construcción de una universidad para el desarrollo rural.

Han establecido vínculos con una organización no gubernamental (ONG) que ofrece apoyo para realizar mastografías a mujeres del municipio que lo requieran. Generaron acuerdos con algunas entidades del gobierno estatal para realizar acciones a corto y mediano plazo, como cursos de capacitación en diferentes oficios a través del Instituto de Capacitación para el Trabajo Industrial (ICATI); otra negociación se logró con el gobierno mexiquense a través de la Secretaría del Campo, específicamente con la Protectora de Bosques, para trabajos de reforestación; y asimismo, entablaron diálogo con el sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), el cual apoyó con el fin de establecer huertos familiares.

Un actor cercano a la organización rural es la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), institución que a través del Doctorado en Ciencias Económico- Administrativas (DOCEA) brindó acompañamiento a la organización para participar en convocatorias de apoyo comunitario y la realización de diagnósticos rurales participativos en el municipio, útiles para identificar aspectos socioeconómicos, detectar problemas y fortalezas en cada zona de Zumpahuacán. Dicha dinámica, motivó la reflexión de los habitantes sobre sus problemas y los empujó a participar en soluciones colectivas. Sumado a lo anterior, se hicieron sugerencias sobre la vinculación con otros actores que pudieran contribuir para atender la falta de agua, de servicios de salud, el problema juvenil de adicciones y para mejorar la producción de mezcal.

En la red de actores de Zumpahuacán (figura 2), las prácticas de innovación social y gobernanza se distinguen con mayor intensidad entre la organización conformada por 32 comunidades, la UAEMéx y la organización nacional indígena, pues hay mayor entendimiento de los problemas municipales. Aunque el gobierno estatal está presente su participación es limitada; sin embargo, se han concretado acciones para la reforestación e intercambio de conocimientos que además han motivado la participación comunitaria.

FIGURA 2. ACTORES INTERNOS Y EXTERNOS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS EN EL 2022.

Las necesidades y problemas en el municipio son diversos, por lo que la organización desarrolló un plan rector con acciones que se dividen en dos tipos: a corto plazo, que se traducen en capacitaciones, programas de reforestación, recolección de semillas y recuperación de espacios recreativos, entre otros; y acciones a mediano y largo plazo, como la construcción de una universidad para el desarrollo rural, la concesión de una radiodifusora comunitaria, la gestión de un centro de salud equipado, así como la mejora de la producción de agave y mezcal artesanal que representa el sustento de varias familias. Al respecto se realizaron algunas actividades, por ejemplo, el 13 de mayo de 2022 en la comunidad de San Gaspar, se llevó a cabo un encuentro con productores del municipio, organizado en colaboración con la UAEMéx, con el propósito de tener un acercamiento entre productores y actores en el territorio, así como informar y establecer acuerdos que mejoren la producción de agave y mezcal.

Pese a que la pandemia por COVID-19 frenó algunas actividades, la organización rural realizó algunos trabajos y reuniones llevando a cabo un evento que congregó a pobladores de las 32 comunidades y a actores externos, con el objetivo de reconocer los problemas y establecer acuerdos para solucionarlos, siempre teniendo como prioridad proteger la identidad cultural y las tradiciones. En ese sentido, la organización rural se preocupa por implementar capacitaciones con propuestas enfocadas a sus tradiciones y no impuestas por el gobierno, gestionadas la mayoría con recursos propios. La identidad como pueblos originarios es un referente cultural que los mantiene unidos, los distingue, y a su vez promueve prácticas sociales con miras a una transformación social. Al respecto, se identificaron acciones enfocadas en la necesidad de compartir sus experiencias en otras regiones que se encuentran en una situación similar.

Para que las iniciativas perduren en el tiempo requieren ser sostenibles económicamente, al respecto, la organización rural promueve la cooperación y colaboración de sus integrantes, quienes prefieren operar de forma independiente, aunque no están cerrados a recibir apoyo. Sin embargo, para ellos el hecho de tener autonomía les permite tomar decisiones libres y evitar que en un futuro los condicionen políticamente. Para sostenerse a largo plazo, implementaron proyectos estratégicos relacionados con el campo por ser la actividad principal del municipio, entre ellos, la recolección de semillas de ilama y agave para su reproducción y venta; el cuidado de las plantas endémicas y el establecimiento de prácticas agroecológicas sustentables en la producción de mezcal artesanal. Lo anterior a partir de la declaratoria sobre Denominación de Origen del Mezcal en el Estado de México (2018), la cual desencadenó movimientos en el territorio mexiquense para la producción de agave y mezcal, pero también evidenció a los municipios mexiquenses con producción de la bebida espirituosa, entre ellos, Zumpahuacán.

### 3.3 Empoderamiento ciudadano

Un actor con escasa participación en esta experiencia es el gobierno local. Debido a anécdotas del pasado, se distingue una relación lejana pues la percepción de los pobladores se sustenta en que a las autoridades locales no les conviene que la sociedad esté organizada. Pese a esta percepción, la organización rural ha intentado, sin éxito, un acercamiento con el gobierno local para trabajar a favor de las comunidades. Lo anterior evidencia dos mundos en el territorio: uno donde el gobierno local existe y opera en el municipio, y otro donde la sociedad organizada resuelve sus problemas y trabaja sin la colaboración de un actor fundamental en la red de gobernanza.

Existe interés por participar en la toma de decisiones políticas y por ello la organización rural estableció vínculos con el Senado de la República, con el propósito de participar en acciones relacionadas a defender derechos de los pueblos originarios. En ese sentido, la organización nacional indígena ha sido enlace para promover iniciativas impulsadas como políticas públicas. Por ejemplo, el 21 de abril de 2021 se aprobó un dictamen en la Cámara de Diputados que propone modificaciones a la Ley General de Salud en materia de medicina tradicional y complementaria, con las cuales colectivos, organizaciones sociales e indígenas no estuvieron de acuerdo. El argumento fue que no hubo una consulta previa e informada a los pueblos, además que se estaría transgrediendo el artículo 2º constitucional que hace referencia a la autonomía de dichos pueblos. Al respecto, el Consejo Central de la organización rural en Zumpahuacán, informó a las comunidades sobre lo sucedido para tratarlo en sesión plenaria durante la siguiente reunión, con el interés de informar y dar voz a pobladores que difícilmente podrían participar en otras circunstancias.

## Conclusiones

La motivación de los pobladores de Zumpahuacán para unirse y conformar una organización rural que represente a comunidades excluidas emerge de un sentimiento de marginación, de la falta de servicios públicos y ante la incongruencia de que geográficamente se ubican cerca de municipios considerados “Pueblos Mágicos”, como lo son Tenancingo y Malinalco. El rol del innovador social para promover una organización social con el propósito de generar identidad, dio paso a la colaboración interna (entre comunidades), pero también a la creación de vínculos con actores externos. Se identifica un liderazgo compartido entre actores cercanos a la organización rural, principalmente con la UAEMéx y la organización nacional indígena, que se convierten en enlaces con otros actores.

La estrategia organizacional con estructura horizontal permite la inclusión y participación de comunidades con escasa atención de servicios públicos. Se distingue la falta de articulación y colaboración entre actores institucionales para atender la demanda de servicios públicos básicos en todo el municipio. Por otro lado, la lejanía y falta de comunicación de la organización rural con el gobierno local denota una administración pública rígida, con escasa apertura (Colona y Jaffe, 2016) lo que limita la propuesta de gobernanza donde la sociedad organizada tiene participación en la toma de decisiones públicas.

Destaca el cambio social en la división del territorio en cinco zonas para favorecer el impacto de las acciones y la participación comunitaria, además de establecer una estructura funcional que empodera y da voz a 32 comunidades con el fin de plantear proyectos sociales como: construir una universidad rural para la formación de especialistas en temas propios del municipio, proteger especies endémicas de agave, fomentar prácticas agroecológicas sostenibles, contar con una radio comunitaria que permita la comunicación entre pueblos, plantear estrategias para solucionar los problemas de agua potable y contar con atención médica. Tales avances fortalecen el cambio paulatino en las relaciones de poder en el territorio (Zubero, 2015).

Los resultados se reflejan en la acción colectiva y las relaciones sociales como prácticas de innovación social y gobernanza con un peso importante. Se identifica un avance en el empoderamiento ciudadano cuando se impulsa la participación de la organización rural en decisiones políticas, sin embargo, es una categoría en proceso de construcción. Por último, se concluye que la organización rural es actor central para impulsar prácticas de innovación social y gobernanza al tomar acción para resolver problemas sociales en colaboración con actores externos. El rescate de la identidad es una práctica que los inspira a contar con un sentido de pertenencia como pueblos originarios en una sociedad donde la palabra “indígena” sigue teniendo connotaciones negativas, y que ahora en Zumpahuacán es usada como distintivo de orgullo.

## Referencias

- Alonso-Martínez, D., González-Álvarez, N., y Nieto, M. (2018). Emprendimiento social vs Innovación social. *Cuadernos Aragonese de Economía*, 24(1-2), 119-140. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_cae/cae.20141-22640](https://doi.org/10.26754/ojs_cae/cae.20141-22640)
- Bach-Mortensen, A.M., Lange, B.C.L. y Montgomery, P. (2018). Barriers and facilitators to implementing evidence-based interventions among third sector organizations: a systematic review. *Implementation Science*, 13(103), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s13012-018-0789-7>
- Borjas, J. E. (2020). Validez y confiabilidad en la recolección y análisis de datos bajo un enfoque cualitativo. *Trascender, contabilidad y gestión*, 5(15), 79-97. <https://doi.org/10.36791/tcg.v0i15.90>
- Buckland, H., Carreras, I., y Murillo, D. (2014). *Compartamos con Colombia. Un bróker de la innovación social*. Instituto de Innovación Social de ESADE; Fondo Multilateral de Inversiones (Banco Interamericano de Desarrollo). <https://dds.cepal.org/redesoc/publicacion?id=3916>
- Buckland, H., y Murillo, D. (2013). *Antena de Innovación social. Vías hacia el cambio sistémico. Ejemplos y variables para la innovación social*. Instituto de Innovación Social de ESADE. [http://itemsweb.esade.es/wi/research/iis/publicacions/2013-04\\_Antenna-cast.pdf](http://itemsweb.esade.es/wi/research/iis/publicacions/2013-04_Antenna-cast.pdf)
- Cancellieri, G., Turrini, A. Sanzo, M.J., Salido-Andres, N., Kullberg, J., y Cognat, A. (2018). Place-Regeneration Initiatives Driven by Arts & Culture to Achieve Social Cohesion. En Anheier, H., Krlev, G., y Mildenerger, G. (Eds.). *Social Innovation. Comparative Perspectives* (pp. 79-103). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315158020>
- Castillo, V. M. (2017). El enfoque de la acción colectiva o el capital social. En *Teoría de las organizaciones* (pp. 173-181). TRILLAS.
- Colona, F., y Jaffe, R. (2016). Hybrid Governance Arrangements. *European Journal of Development Research*, 28(2), 175-183. <https://doi.org/10.1057/ejdr.2016.5>
- Conejero, E. (2016). Innovación social y nuevos modelos de gobernanza para la provisión de bienes y servicios públicos. *Estado, Gobierno, Gestión Pública: Revista Chilena de Administración Pública*, 27(27), 5-39. <https://doi.org/10.5354/reggp.v0i27.47255>
- Eizaguirre, S., y Klein, J. L. (2020). Co-construcción de saberes, innovación social y desarrollo territorial: una experiencia quebequense. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, 134(134), 1-14. <https://doi.org/10.5209/reve.69172>
- Galego, D., Moulart, F., Brans, M., y Santinha, G. (2022). Social innovation & governance: a scoping review. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 35(2), 265-290. <https://doi.org/10.1080/13511610.2021.1879630>

- García-Flores, V., y Palma, L. (2019). Innovación social: Factores claves para su desarrollo en los territorios. *CIRIEC-España Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (97), 245–278. <https://doi.org/10.7203/ciriec-e.97.14148>
- Graebner, M. E., Martin, J. A., y Roundy, P. T. (2012). Qualitative data: Cooking without a recipe. *Strategic Organization*, 10(3), 276–284. <https://doi.org/10.1177/1476127012452821>
- Grosso, C. A. (2013). La economía social desde tres perspectivas: tercer sector, organizaciones no gubernamentales y entidades sin ánimo de lucro. *Revista Tendencias & Retos*, 18(1), 143–158. <https://n9.cl/t1fzxa>
- Hans-Werner, F., Hochgerner, J., y Howaldt, J. (Eds.). (2012). *Challenge Social Innovation. Potentials for Business, Social Entrepreneurship, Welfare and Civil Society*. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-32879-4>
- Hernández-Ascanio, J., y Rich-Ruiz, M. (2020). Caracterización de organizaciones del Tercer Sector desde el enfoque de la innovación social. Discusión a partir de un caso etnográfico. *Innovar*, 30(75), 71–86. <https://doi.org/10.15446/innovar.v30n75.83258>
- Hernández-Ascanio, J., Tirado-Valencia, P., y Ariza-Montes, A. (2016). El concepto de innovación social: ámbitos, definiciones y alcances teóricos. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (88), 165–199. <https://doi.org/10.7203/ciriec-e.88.8849>
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). (2018, 8 de agosto). *Resolución por la que se modifica la Declaración General de Protección de la Denominación de Origen Mezcal, para incluir los municipios del Estado de México que en la misma se indican*. Diario Oficial de la Federación. <https://n9.cl/qg639>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Censo de población y vivienda. Principales resultados por localidad*. <https://n9.cl/fo4wb>
- Klein, J. L. (2018). Social Innovation in Québec and the Co-construction of Knowledge. En Howaldt, J., Kaletka, C., Schröder, A., y Zirngiebl, M. (Eds.). *Atlas of social innovation. New practices for a better future* (pp. 140–141). Sozialforschungsstelle, TU Dortmund University. <https://n9.cl/3fwyq>
- Klein, J. L., Pitarch-Garrido, M. D., Ten, A. S., y Cubas, J. M. (2020). El desarrollo local como resultado de un proceso de innovación social en Saint-Camille (Quebec) y Aras de los Olmos (Valencia). *Investigaciones Geográficas. Universidad de Alicante*, (74), 165–182. <https://doi.org/10.14198/ingeo2020.kpsm>
- Klitkou, A., Bolwig, S., Huber, A., Ingeborgrud, L., Pluciński, P., Rohrer, H., Schartinger, D., Thiene, M., y Žuk, P. (2022). The interconnected dynamics of social practices and their implications for transformative change: A review. *Sustainable Production and Consumption*, 31, 603–614. <https://n9.cl/8xlrr>

- Martínez-Celorio, X. (2015). La innovación social ante los desafíos del bienestar. En Blanco, A., Chueca, A., y Bombardieri, G. (Dirs.). *Informe España* (pp. 541–572). Fundación Encuentro. <https://n9.cl/ixjp0>
- Martínez-Celorio, X. (2017). La innovación social: Orígenes, tendencias y ambivalencias. *Sistema: revista de ciencias sociales*, (247), 61–88. <https://n9.cl/y4thb>
- McGowan, K., Westley, F., y Tjörnbo, O. (2017). The history of social innovation. En Westley, F., McGowan, K., y Tjörnbo, O. (Eds.). *The Evolution of Social Innovation: Building Resilience Through Transitions* (pp. 1–17). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781786431158.00006>
- Méndez, E. (2015). *Batería de Indicadores de Innovación Social*. Corporación Universitaria Minuto de Dios; Parque Científico de Innovación Social. [https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/7953/1/Documento\\_Bater%C3%ADa%20de%20Indicadores%20de%20Innovaci%C3%B3n%20Social.pdf](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/7953/1/Documento_Bater%C3%ADa%20de%20Indicadores%20de%20Innovaci%C3%B3n%20Social.pdf)
- Mosquera, D., Pulido, S. J., y Toro, E. (2020). La innovación social en un ecosistema de economía social y solidaria. *Revista Idelcoop*, (230), 71–94. [https://www.idelcoop.org.ar/sites/www.idelcoop.org.ar/files/revista/articulos/pdf/reflexiones\\_230\\_3.pdf](https://www.idelcoop.org.ar/sites/www.idelcoop.org.ar/files/revista/articulos/pdf/reflexiones_230_3.pdf)
- Mulgan, G. (2019). *Social Innovation. How societies find the power of change*. University of Bristol.
- Lorenzo, E., Paguio, D., y Asio, J. M. (2021). Budget Allocation System of a Highly Urbanized Local Government Unit in Central Luzon, Philippines. *International Journal of Humanities, Management and Social Science*, 4(2), 51-62. <https://doi.org/10.36079/lamintang.ij-humass-0402.283>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). (2015). *The Innovation Imperative. Contributing to Productivity, Growth and Well-Being*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264239814-en>
- Parada, J. E., Ganga, F. A., y Rivera, Y. Y. (2017). Estado del arte de la innovación social: una mirada a la perspectiva de Europa y Latinoamérica. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 33(82), 563-587. <https://n9.cl/m15to>
- Rosing, M., Marques, L., y Bonzanini, M. (2016). Social innovation as a process to Overcome Institutional Voids: a multidimensional overview. *Mackenzie Management Review*, 17(6), 72–101. <https://n9.cl/n97tr>
- SINNERGIAC Social Innovation (UPV/EHU). (2013). *RESINDEX. Regional Social Innovation Index. Un índice regional para medir la innovación social*. Innobasque. [https://www.innobasque.eus/microsite/innovacion\\_social/publicaciones/publicacion-205/](https://www.innobasque.eus/microsite/innovacion_social/publicaciones/publicacion-205/)

Starr, M. A. (2014). Qualitative and mixed-methods research in economics: surprising growth, promising future. *Journal of Economic Surveys*, 28(2), 238–264. <https://doi.org/10.1111/joes.12004>

Welch, D. (2017). Behavior change and theories of practice: Contributions, limitations and developments. *Social Business*, 7(3), 241–261. <https://n9.cl/urtx1>

Zubero, I. (2015). Innovación social: una propuesta para pensar las prácticas sociales en clave de transformación. En Subirats, J., y García, A. (Eds.). *Innovación social y políticas urbanas en España: experiencias significativas en las grandes ciudades* (pp. 13–41). Icaria. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2798.6005>



Como citar:

Poot, K., Mercado, P. y Velasco, J. Innovación social y gobernanza en el contexto de una organización rural del tercer sector en Zumpahuacán, Estado de México. *Administración y organizaciones* 26(50).



Administración y Organizaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada 4.0 Internacional License.

## Las fuentes de novedad inventiva en las baterías de plomo-ácido de los vehículos eléctricos

### *Sources of inventive novelty in electric vehicle lead-acid batteries*

Arturo Lara Rivero<sup>I</sup>, Guadalupe Jaimes Gutierrez<sup>II</sup> y Ricardo Artemio Chávez Meza<sup>III</sup>

Fecha recepción 20 septiembre de 2022. fecha de aceptación 16 de diciembre de 2022.

### Resumen

El objetivo principal de este trabajo es, desde la teoría de los sistemas complejos (Arthur, 2009), reconstruir de manera cuantitativa y cualitativa la actividad inventiva de las baterías de plomo-ácido utilizadas en vehículos eléctricos. A partir de la información de la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO) y la metodología desarrollada por Strumsky y Lobo (2015) es posible representar diferentes grados de novedad inventiva, así como medir la creciente complejidad tecnológica de las baterías de plomo-ácido. La evidencia muestra que la batería de plomo-ácido es una tecnología cada vez más compleja. Es una tecnología rival pero también, complementaria a las baterías de níquel-metal-hidruro y de iones de litio utilizadas por los vehículos eléctricos e híbridos.

**Palabras clave:** Patentes, Clases Tecnológicas, Invención, baterías, Vehículos Eléctricos

**Código JEL:** B52, C18, D85, O31, O34

### Abstract

The main objective of this paper is, based on the theory of complex systems (Arthur, 2009), to reconstruct the inventive activity of lead-acid batteries used in electric vehicles. Based on the information from the United States Patent and Trademark Office (USPTO) database, and based on the methodology developed by Strumsky and Lobo (2015), it is possible to represent different degrees of inventive novelty (origination, new combination, recombination and reuse), as well as measuring the increasing technological complexity of lead-acid batteries. Evidence shows that the lead-acid battery is an increasingly complex technology. It is a rival technology but is also complementary to the nickel-metal-hydride and lithium-ion batteries used by electric and hybrid vehicles.

**Keywords:** Patents, Technological Classes, Invention, Batteries, Electric Vehicles

**JEL Code:** B52, C18, D85, O31, O34

• • • • •

I Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Departamento de Producción Económica, alararivero35@gmail.com  
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9699-4393>

II Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Departamento de Producción Económica, lupoxa@gmail.com  
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1646-1111>

III Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Departamento de Producción Económica, rchavez@correo.xoc.uma.mx  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7902-865X>

## Introducción<sup>1</sup>

Durante el siglo XX la batería de plomo-ácido se convirtió en el diseño dominante en la industria automotriz por su bajo costo, seguridad y nivel de desempeño (Pistoia, 2008; Garche *et al.*, 2015; Moseley *et al.*, 2017). Sin embargo, ante la emergencia de los vehículos eléctricos<sup>2</sup> las baterías de plomo-ácido diseñadas para vehículos de combustión interna enfrentan un conjunto de nuevos requerimientos en términos de funcionalidad, ciclo de vida, costo de diseño, desarrollo y producción (Broussely, 2007; Pistoia, 2010; Pavlov, 2011; Mosely *et al.*, 2017). En estas limitaciones tecnológicas y económicas se encuentra el origen de la sustitución de las baterías plomo-ácido por baterías de iones de litio (Li-Ion) y de níquel-hidruros-metálicos (NiHM) (Meissner y Richter; 2005; Pistoia, 2008) dirigidas al mercado de los vehículos eléctricos

¿Cómo reconstruir la evolución de la tecnología de las baterías de plomo-ácido? Existe una variedad de modelos y conceptos desarrollados para el estudio de la evolución tecnológica. Por razones de espacio, en este trabajo<sup>3</sup> solo se revisa y delimita la controversia teórica de dos enfoques:

**i) La evolución de la tecnología como variación de las formas exteriores de los artefactos.** El primer enfoque, construido a partir de analogías de la selección natural propuesto por Charles Darwin, es la del historiador George Basalla (1988). Establece que el “artefacto” es la unidad de análisis primario y que el “exterior” de la tecnología, equivalente al fenotipo en la biología, es el centro del objeto de estudio. Lo que le condujo a interpretar la evolución de la tecnología como un evento de desarrollo gradual, donde la novedad se interpreta como resultado de pequeñas mejoras continuas, que suponen modificaciones deliberadas o descubrimientos no planeados, que generan variaciones en las características físicas de las tecnologías previas y están sujetas a la selección de las más aptas. (Butler, 1863; Gilfillan, 1935 <sup>a, b</sup>; Basalla, 1988). De acuerdo con este enfoque, es posible establecer una especie de herencia con relación a las características físicas de las tecnologías, que se interpreta como la tendencia de las nuevas tecnologías a parecerse a las anteriores y que permite trazar una línea del descenso de la forma (Basalla, 1988; Brey, 2008). Este enfoque se refiere, principalmente, a la complejidad tecnológica como resultado de la integración de partes físicas y su creciente diferenciación en la estructura sin especificar el contenido exacto de aquella complejidad. De manera que, por ejemplo, cuando se analizan las patentes desde esta perspectiva, los casos bajo estudio se reducen a ejemplos concretos que no permiten establecer los mecanismos ni propiedades que subyacen a la evolución de la tecnología en particular (Hall *et al.*, 2000, 2001; Youtie *et al.*, 2008).



- 1 Agradecemos las valiosas recomendaciones de nuestros dos dictaminadores anónimos.
- 2 Excepto cuando se distinguen distintas arquitectura de vehículos (eléctricos o híbridos), se utiliza la categoría de vehículo eléctrico como una categoría amplia que incluye la diversidad de vehículos eléctricos.
- 3 En otros trabajos se ha revisado la literatura sobre cambio tecnológico y recombinación con mayor detalle. (Strumsky y Lobo, 2015)

ii) **La evolución de la tecnología como captura y recombinación de fenómenos naturales.** Brian Arthur (2009) plantea por su parte que la naturaleza de la evolución tecnológica radica en la recombinación de fenómenos naturales. A este nivel la evolución de la tecnología es no-darwiniana. Los fenómenos son la unidad de información y su gramática profunda. Los fenómenos rara vez pueden explotarse de forma cruda. Utilizarlos **requiere encapsularlos** en dispositivos físicos, que en conjunto con otros componentes, permitan crear una arquitectura de trabajo. Esta arquitectura tiene una estructura: *modular*, en el sentido de que cada grupo de componentes explotan un dominio, conformado por alguna(s) familia(s) de fenómenos; *jerárquica*, donde los distintos componentes o módulos están vinculados a funciones centrales y complementarias (proteger y regular los dispositivos, suministrar energía o realizar otras tareas); y, *anidada*, donde los componentes tecnológicos están interconectados, interactúan y se comunican entre sí (el *output* de uno es el *input* de los otros) y trabajan de manera coordinada para alcanzar un propósito común, realizando cada uno de ellos una tarea necesaria. Esta cadena de interacciones afecta a toda la arquitectura (Holland, 1992), en el sentido de que los cambios en un nivel implican cambios en los otros para reconfigurar y adaptar así los propósitos centrales y complementarios. (Arthur, 2009)

Desde la perspectiva de Arthur la recombinación de fenómenos naturales es un proceso que vincula un propósito con un principio y los encapsulan en una arquitectura que, por medio de múltiples componentes, ejecuta funciones. De esta manera, la complejidad en una tecnología (particular) tiende a aumentar a medida que se agregan funciones y modificaciones a sus estructuras. Y en la medida que su arquitectura de trabajo combina una mayor diversidad de componentes, que orquestan distintos fenómenos, la tecnología se adapta a circunstancias excepcionales o a un mundo más complejo (Arthur, 2007). La complejidad de los sistemas tecnológicos depende así, tanto del número de componentes como de las interacciones resultantes (Kauffman, 1993).

El enfoque de recombinación de fenómenos naturales propuesto por Arthur (2009) ha contribuido en especial a representar de manera novedosa la naturaleza y evolución de la tecnología. Desde esta perspectiva teórica, este trabajo busca representar la evolución de la actividad inventiva de las baterías de plomo-ácido utilizadas por los vehículos eléctricos, combinando indicadores cuantitativos (patentes) con hechos estilizados. Para ello, se utiliza la información de la base de datos de la Oficina de Marcas y Patentes de los Estados Unidos (USPTO) y la metodología desarrollada por Strumsky *et al.* (2011, 2015). De este modo, se describe de manera cuantitativa la actividad inventiva y la complejidad tecnológica relacionada con 902 patentes de plomo-ácido para el periodo 1981-2013.<sup>4</sup> Este trabajo contribuye al estudio de la evolución tecnológica estableciendo un puente entre la teoría de la invención de Brian Arthur (2009), la “taxonomía de la novedad” (Strumsky *et al.*, 2011, 2015) y el caso concreto de las baterías de plomo-ácido de los vehículos eléctricos<sup>5</sup>.....

4 El sistema de Clasificación de Patentes de Estados Unidos (USPC) estuvo vigente hasta 2015, cuando la *United States Patent and Trade mark Office (USPTO)* decidió cambiar al sistema de clasificación Cooperativo. Este hecho impacta en los datos, y puesto que las patentes de la USPTO dejaron de ser clasificadas con el sistema USPC desde el año 2013 la evidencia aquí presentada se limitará hasta ese año.

5 Estas patentes han sido registradas en la USPTO, por empresas, instituciones públicas y privadas, que residen en EU, así como por empresas y organizaciones públicas y privadas extranjeras. Existen diferencias significativas en los patrones de patentamiento a nivel sectorial, nacional y regional, lo que limita la comparación internacional. Aunque hay una tendencia a nivel internacional a la convergencia en las formas sobre cómo se clasifica la actividad inventiva, cada país tiene sus políticas para aceptar o rechazar una invención. A pesar de estas limitaciones se considera, siguiendo a Dosi, Pavitt y Soete (1990), que la información contenida en la USPTO representa bastante bien la actividad inventiva a escala global.

Las preguntas que guían este trabajo son: 1) ¿Cuál es la participación de las baterías de plomo-ácido en la actividad inventiva del total de baterías diseñadas para los vehículos de energía alternativa?; 2) ¿Cuáles son los factores que explican la creciente complejidad tecnológica de las baterías de plomo-ácido?; 3) ¿Cómo medir esa mayor complejidad? y 4) ¿Cuáles son los principales tipos de novedad que caracterizan la evolución tecnológica de la batería de plomo-ácido? ¿Las nuevas baterías están substituyendo a la vieja y madura tecnología de las baterías de plomo-ácido?

Para responder estas preguntas, el trabajo se organiza de la siguiente forma. En la primera sección se describe cómo la información contenida en las patentes permite cuantificar tanto la complejidad tecnológica como identificar, a partir de la taxonomía de Strumsky *et al.* (2011, 2015), los diversos tipos de novedad inventiva. En la segunda sección, se compara – utilizando las patentes de la USPTO, la actividad inventiva de las baterías de plomo-ácido (PA) respecto a las baterías avanzadas (litio y níquel) utilizadas por los vehículos eléctricos (VE). En la tercera, se muestran los principales hallazgos sobre los cambios en la complejidad de las baterías de plomo-ácido y se presentan algunas explicaciones de ello. Finalmente se presentan las conclusiones.

## Clases tecnológicas, complejidad y tipos de novedad

La información contenida en las patentes puede servir para múltiples propósitos, en particular, permiten medir la actividad inventiva en general (Griliches, 1990; Jaffe *et al.*, 1993, 2002, 2006). Pero, para identificar los tipos de novedad inventiva y su complejidad, se necesita una unidad discreta: la clase tecnológica.

En Estados Unidos, las tecnologías patentadas son identificadas por medio de un sistema numérico de clases, el sistema de Clasificación de Patentes de Estados Unidos (USPC) que, por mandato legal, proporciona una referencia exhaustiva de todos los temas patentables y está sujeto a revisión periódica.<sup>6</sup> Es conveniente el uso de las clases como unidades de análisis para medir y caracterizar la complejidad y tipo de la actividad inventiva, en particular porque se trata de un sistema de clasificación refinado y actualizado por distintas generaciones de expertos evaluadores que identifican, sin los sesgos de las estrategias asociadas a los derechos de propiedad, la emergencia, crecimiento y diversificación de los campos tecnológicos. En contraste, los estudios de patentes tratados como casos o ejemplos resultan ser más descriptivos y teóricamente reduccionistas.

Las clases tecnológicas del USPC se componen por un par de códigos conocidos como clase principal y subclase.<sup>7</sup> Las clases indican características específicas de conocimiento y los examinadores de patentes las combinan para generar una descripción completa. En este sentido, las clases indican capacidades, fronteras y complejidades de una tecnología y establecen, de manera

.....

- 6 El sistema de Clasificación de Patentes de Estados Unidos (USPC) estuvo vigente hasta 2015, cuando la *United States Patent and Trade mark Office (USPTO)* decidió cambiar al sistema de clasificación Cooperativo. Este hecho impacta en los datos, y puesto que las patentes de la USPTO dejaron de ser clasificadas con el sistema USPC desde el año 2013 la evidencia aquí presentada se limitará hasta ese año.
- 7 Por ejemplo, la patente 4656706 tiene cuatro clases (429/228, 423/619, 29/2 y 205/63). La primera clase (429/228) tiene como clase principal a la 429 que se refiere al conjunto de la “química: aparato, producto y proceso de producción de corriente eléctrica” y como subclase a la 228 que se refiere a las “celdas, elementos, subcombinaciones y composiciones para electrodos con material electroquímicamente inorgánico que contienen óxido de plomo”.

empírica, el grado de novedad de una tecnología<sup>8</sup> (Strumsky *et al.*, 2010<sub>b</sub>).

Las clases pueden ser utilizadas para medir la complejidad de las invenciones. El grado de complejidad, de acuerdo con Kolmogorov (1968), Gell-Mann (1994) y Holland (1992, 1995) puede entenderse como la longitud mínima necesaria de una secuencia de símbolos o palabras que describen un proceso o resultado. Así, una invención será simple si el número de clases que describe su funcionamiento o proceso es pequeño y será compleja en tanto que, para describir su proceso o propiedades, requiera de un número grande de clases.

Por otro lado, Strumsky *et al.*, (2011, 2015) han desarrollado una taxonomía, con base en las clases tecnológicas y sus combinaciones binarias resultantes para caracterizar la novedad tecnológica de una patente en cuatro categorías:<sup>9</sup>

1. Originación: Todas las clases de la patente son nuevas y, por lo tanto, sus combinaciones binarias resultantes también lo son.
2. Nueva combinación: La patente contiene por lo menos, una clase tecnológica nueva y, en consecuencia, hay combinaciones binarias nuevas con esa clase.
3. Recombinación: La patente contiene combinaciones binarias nuevas generadas con clases utilizadas previamente en otras patentes.
4. Reutilización: Todas las clases de la patente y sus combinaciones binarias han sido previamente utilizadas en otras patentes.

Con base en estos dos indicadores se representa la actividad inventiva de las baterías de plomo-ácido, su complejidad y los tipos de novedad que se observan entre 1981 y 2013.

## Actividad inventiva en las baterías para vehículos eléctrico

Las empresas del sector automotriz han explorado diversos materiales –níquel-cadmio (NiCd), níquel-hidruros-metálicos (NiMH) y iones de litio (Li-ion)– como alternativa a las baterías de plomo-ácido (PA). Una forma de captar los esfuerzos inventivos y la transición a nuevos y más sofisticados sistemas de almacenamiento de energía demandados por los vehículos eléctricos es observar la evolución en el número de patentes para cada tipo batería<sup>10</sup>.

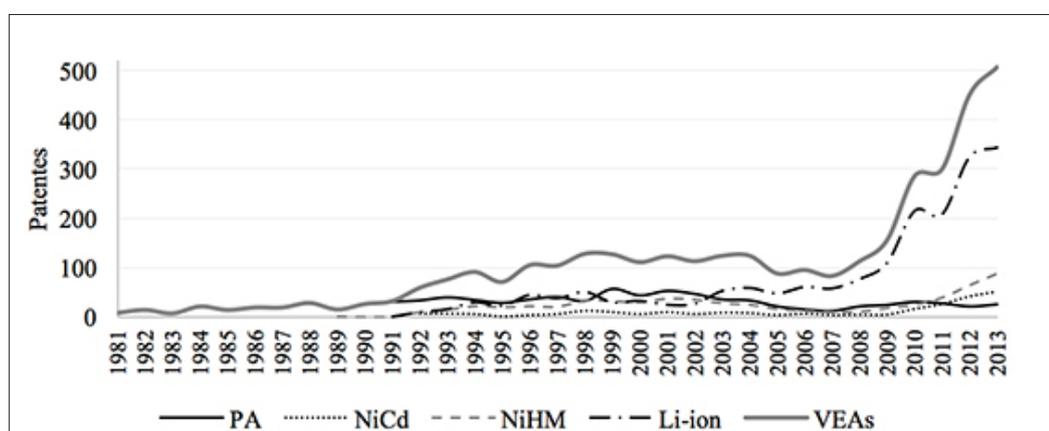
8 En el marco de los SCA se puede incluir la metodología de Fleming y Sorenson (2001) que examina la recombinación tecnológica a partir del uso de las clases y las citas de patentes. Su estudio es pionero, sin embargo, el indicador que utiliza sesga sus resultados. Las citas son incluidas por los inventores –y sus abogados– como parte de su estrategia para reivindicar derechos de propiedad (Bessen y Meurer, 2008). Por ello, no es una unidad de análisis apropiada. Con las clases este sesgo no existe toda vez que el propósito del USPC es el de clasificar, desde el punto de vista ingenieril y/o científico, la actividad inventiva. Las clases no están vinculadas a reglas de propiedad y esto las vuelve un indicador robusto para el estudio de la tecnología. Sin embargo, se han explotado relativamente poco las excepciones son Hall et al. (2001); Moser y Nicholas (2004).

9 En el Anexo 1, se describe la metodología que permite construir estas cuatro categorías.

10 La base de datos utilizada se construyó de la siguiente manera. Del Derwent World Patents Index (DWPI) se usaron los campos de búsqueda: Plomo-ácido: X16-B01B, Níquel-Cadmio: X16-B01A1, Níquel-Hidruros Metálicos: X16-B01A3, Litio-ion: X16-B01F1, Vehículos Eléctricos: X21, Electricidad automotriz: X22. Se obtuvo un total de 9,413 patentes. Esta información corresponde a familias de patente, así, de las patentes obtenidas se seleccionaron las correspondientes a la USPTO. Se obtuvieron 3888 patentes otorgadas entre el 30/12/1980 y el 26/08/2014. Para contar con datos para años completos, se consideran 3638 patentes, las otorgadas entre el 01/1981 y el 12/2013. Cabe señalar que, aunque estas clases corresponden a los vehículos eléctricos pueden incluir vehículos de tracción pequeños que utilizan baterías, como los terapéuticos (sillas de ruedas eléctricas) o juguetes (montables o de control). Éstos no se eliminan porque: a) la base estaría sesgada, con un criterio diferente y subjetivo al que se usó para

En la Gráfica 1 se observa un incremento general de la actividad inventiva en las baterías para vehículos eléctricos. Si se analiza en tres periodos de la misma magnitud se aprecia que de 1981 a 1991, se registran en promedio 18 patentes por año, en total 203, de las que el 98.5% (200) son de PA. De 1992 a 2002, el promedio es de 100 patentes, con un total de 1108, el porcentaje de baterías de PA se reduce a 39.5%, por su parte, las patentes de Li-ion, NiHM y NiCd representan el 29.6%, 25% y 5.8% respectivamente. Y de 2003 a 2013, el promedio anual de patentes es de 211, alcanzando un total de 2727 donde el 66.8% son de Li-ion, el 14.4% de NiMH, el 11.3% de PA y el 7.3% de NiCd. (Cf. Cuadro I).

**GRÁFICA 1. NÚMERO DE PATENTES PARA BATERÍAS AVANZADAS DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, POR TIPO DE MATERIAL ACTIVO**



FUENTE: BASE DE DATOS DE LA USPTO. ELABORACIÓN PROPIA.

**CUADRO 1: CANTIDAD Y PORCENTAJE DE PATENTES DE BATERÍAS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, POR TIPO DE MATERIAL ACTIVO Y PERÍODOS**

Material	1981-1991	1992-2002	2003-2013	1981-2013 (Total)
PA	200 (98.5 %)	438 (39.5 %)	264 (11.3 %)	902 (24.7 %)
NiCd	-	65 (5.8 %)	171 (7.3 %)	236 (6.4 %)
NiHM	2 (0.98 %)	277 (25.0 %)	336 (14.4 %)	615 (16.9 %)
Li-ion	1 (0.49 %)	328 (29.6 %)	1 556 (66.8 %)	1 885 (51.8 %)
Baterías (Total)	203 (5.58%)	1 108 (30.46%)	2 327 (63.96%)	3 638 (100%)

FUENTE: BASE DE DATOS USPTO. ELABORACIÓN PROPIA.

Así, en el primer periodo el diseño dominante es la batería de PA. Durante el segundo periodo (1992-2002) la participación de las baterías de PA se reduce, entre otras razones, por sus limitaciones de energía y potencia. Es por ello que, en este período emergen nuevos materiales que intentan satisfacer los requerimientos de los VE. La explosión del último periodo se explica principalmente por el crecimiento de las patentes de baterías de Li-ion que contrasta con la reducida actividad inventiva de las baterías PA.

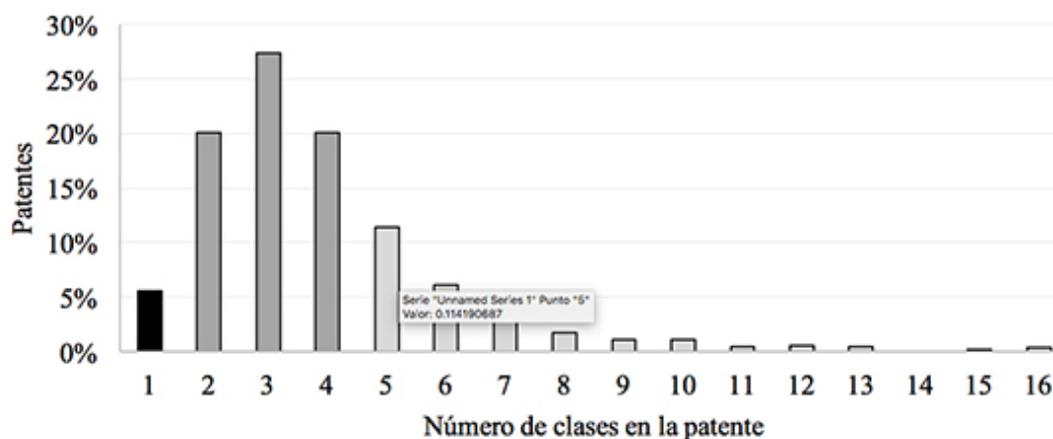
construirla y; b) se descartaría la posibilidad de observar relaciones entre este tipo de productos y los de la industria automotriz.

Westbrook (2001) y Moseley *et al.* (2004) consideran que las baterías de PA son tecnologías obsoletas. Sin embargo, aun cuando durante los treinta y tres años que comprende el estudio han perdido participación, las baterías de PA mantienen una actividad inventiva significativa. ¿Cuáles son los posibles factores que explican su persistencia? ¿Esta persistencia se relaciona con un incremento en su complejidad? La siguiente sección trata sobre esto.

## Evolución de la complejidad tecnológica de las baterías de plomo-ácido (PA)

Una primera forma de identificar la complejidad de las patentes es observando los porcentajes de patentes de acuerdo con su número de clases (Gráfico 2). De las 902 patentes que integran el total de nuestra muestra, cada una contiene entre 1 y 16 de clases. Este rango es, en sí mismo, significativo ya que, siguiendo a Page (2011), en el proceso combinatorio la diversidad y la complejidad son fenómenos concomitantes: “sin diversidad no es posible observar mucha complejidad; pero sin complejidad, la diversidad se convierte en mera variación sobre la media” (Page, 2014, p.268). Se observa que sólo una pequeña fracción (5.6%) de las patentes (50) cuentan con una única clase tecnológica, mientras que el 64.7% tienen entre dos y cuatro clases.

GRÁFICO 2. PORCENTAJE DE PATENTES DE BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, POR NÚMERO DE CLASES (1981-2013)

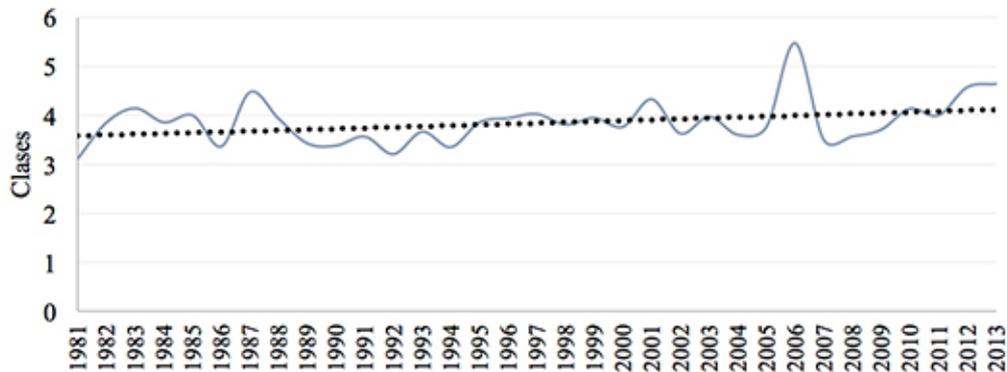


FUENTE: BASE DE DATOS USPTO. ELABORACIÓN PROPIA.

Conviene ahora, observar la evolución del número de clases por periodo. El promedio anual de las clases tiene una tendencia ligeramente creciente (Cf. Gráfico 3). Durante todo el periodo (1981-2013) el promedio es de 3.86 clases. Sin embargo, el promedio esconde diferencias significativas. La proporción de patentes según el número de clases cambia durante el período de análisis (Cf. Gráfico 4 y Cuadro II). Desde el punto de vista de su peso relativo, las patentes con mayor crecimiento son aquellas con 5 o más clases. Durante 1981-1991 éstas representan el 22.5% (45 patentes), en tanto que en el 2003-2013 llegan al 33% (87 patentes).

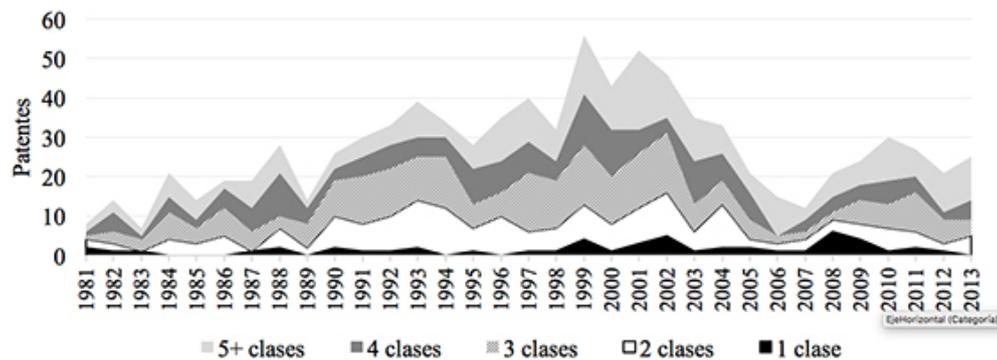
Los datos revelan que conforme avanza la actividad inventiva, las patentes combinan cada vez un número mayor de clases. Las patentes con 4 clases o más, en el último periodo contribuyen con el 53% de la actividad inventiva, en tanto que el primer y segundo período representan el 46% y 43.7% respectivamente.

**GRÁFICO 3. PROMEDIO ANUAL DEL NÚMERO DE CLASES DE LAS PATENTES DE PLOMO-ÁCIDO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**



FUENTE: BASE DE DATOS USPTO. ELABORACIÓN PROPIA.

**GRÁFICO 4. NÚMERO DE PATENTES DE BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, POR NÚMERO DE CLASES**



FUENTE: BASE DE DATOS USPTO. ELABORACIÓN PROPIA.

¿Por qué las baterías de PA para los vehículos eléctricos son sistemas cada vez más complejos? Desde el punto de vista de la naturaleza de la tecnología (Arthur, 2009) se identifican los siguientes factores: a) el descubrimiento de un conjunto cada vez más diverso y profundo de fenómenos y principios científicos aplicados a las baterías de plomo-ácido (Gou, 2020); b) la convergencia e interacción de dominios tecnológicos antes separados (mecatrónica, electroquí-

mica, y nanotecnología) (Hockfield, 2020; Watson, 2016); c) diseños más complejos de componentes electrónicos, sensores y microcomputadoras para administrar la energía de la batería (Garche et al., 2015); y, d) la emergencia de requerimientos de distintos nichos de mercado que exigen desempeño y funciones cada vez más diferenciadas (Schallenberg, 1982; Pistoia, 2010; Eurobat, 2016).

**CUADRO II. NÚMERO Y PORCENTAJE DE PATENTES DE BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, POR NÚMERO DE CLASES**

Clases	1981-1991	1992-2002	2003-2013	1981-2013 (Total)
1 clase	10 (5.0%)	19 (4.3%)	21 (8.0%)	50 (5.5 %)
2 clases	38 (19.0%)	96 (21.9%)	47 (17.8%)	181 (20.1%)
3 clases	60 (30.0%)	131 (29.9%)	56 (21.2%)	247 (27.4%)
4 clases	47 (23.5%)	81 (18.4%)	53 (20.1%)	181 (20.1%)
5+ clases	45 (22.5%)	111 (25.3%)	87 (32.9%)	243 (26.9%)
Baterías de PA (Total)	200 (22.17%)	438 (48.56%)	264 (29.27%)	902 (100%)

FUENTE: BASE DE DATOS DEL A USPTO. ELABORACIÓN PROPIA.

A su vez la diversidad de nichos de mercado está empujando la trayectoria tecnológica de las baterías en tres direcciones. La primera se deriva del hecho de que los vehículos eléctricos e híbridos requieren de una batería auxiliar avanzada<sup>11</sup> para alimentar de energía a sus sistemas de infoentretenimiento y seguridad (Westbrook; 2001). Estas baterías son más complejas a la relativamente simple tecnología convencional de plomo-ácido (Chumchal y Kurzweil, 2017). La segunda dirección que explica el aumento en la complejidad de las baterías de plomo-ácido es su uso como baterías de tracción para los microvehículos monoplaza y biplaza menores de 1000 kilos (Garche y Moseley, 2017).<sup>12</sup> Y la tercera, se asocia con las interacciones cada vez más complejas de las baterías con los nuevos sistemas de los vehículos como los frenos regenerativos o el sistema *Start-Stop*, entre otros (Eurobat, 2016).

Desde esta perspectiva, y como resultado de la mejora de los materiales de las baterías, así como de la integración de numerosos y sofisticados componentes eléctrico/electrónicos, como microcomputadoras –que le permiten a la batería comunicarse con otros sistemas de un vehículo– las baterías se han convertido en un subsistema tecnológico más complejo. ¿De qué manera se puede representar cuantitativamente la naturaleza de esta transformación?

.....

11 Las principales baterías avanzadas son: Valve Regulated Lead Acid (VRLA); Enhanced Flooded Batteries (EFB), Gel battery (GB) y Absortion Glass Mat (AGM). Estas dos últimas son derivaciones de la batería VRLA (May et al., 2005).

12 Aunque se han utilizado diversas tecnologías, este nicho ha sido cubierto principalmente por las baterías de VRLA, debido a que el rango limitado y la vida útil relativamente corta de la batería se compensa con su bajo costo (National Research Council, 2013).

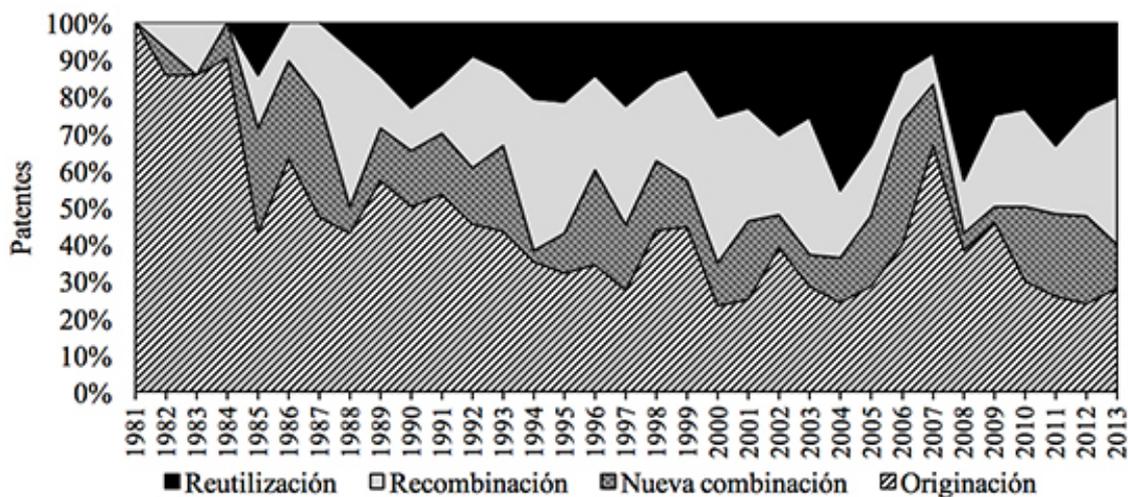
## Tipos de novedad inventiva en las baterías de plomo-acido para los vehículos eléctricos

Una vez examinada la creciente complejidad de las baterías de plomo-ácido, es pertinente determinar si ésta es resultado de un proceso de recombinação de conocimientos y capacidades existentes o si se trata de un desarrollo original y novedoso.

Con base en la taxonomía Strumsky *et al.* (2011) se describe la evolución de los tipos de novedad inventiva de las baterías de plomo-ácido (Cf. Gráfico 5). Se identifican dos tendencias opuestas y significativas. La proporción de las patentes de originación es cada vez menor, pasa del 60.5% en el primer periodo (1981-1991) al 32.2% en el último periodo (2003-2013).

Esto parece ser normal en el ciclo de vida de una tecnología puesto que al inicio se espera un mayor número de patentes de originación (la tecnología es novedosa) y con el tiempo se espera una mayor frecuencia de patentes de reutilización, los nuevos desarrollos aprovechan los conocimientos y capacidades adquiridos previamente. Sin embargo, destaca que la originación se mantiene en los tres periodos como la principal fuente de novedad (Cf. Cuadro III) pese al esperado desplazamiento de la batería de plomo-acido por otro tipo de baterías.

GRÁFICO 5. PORCENTAJE DE PATENTES DE BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO POR TIPO DE NOVEDAD INVENTIVA



FUENTE: BASE DE DATOS DEL A USPTO. ELABORACIÓN PROPIA

Por su parte, las patentes de recombinação y de reutilización ganan importancia, pasan de 24% en el primer periodo al 52.6% en el último periodo. Con base en estos patrones se puede afirmar que la actividad inventiva se está reconfigurando, impulsando formas de invención menos novedosas y un mayor aprovechamiento de los bloques de construcción preexistentes. En conjunto, estos resultados pueden considerarse como expresión del proceso de evolución de las baterías de plomo-ácido convencionales a baterías más avanzadas.

Con este análisis se muestra que la novedad se mantiene durante todo el periodo. La originación es importante porque posibilita abrir nuevos nichos de oportunidad que resulta en mejores y nuevas combinaciones y, a su vez, en combinaciones más complejas.<sup>13</sup> Una vez que se ha examinado cómo en las últimas tres décadas ha evolucionado la actividad inventiva relacionada con las baterías de PA, es necesario describir los principales hechos estilizados de cada periodo.

**CUADRO III: NÚMERO Y PORCENTAJE DE PATENTES DE BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

Tipo de novedad	POR TIPO DE NOVEDAD			
	1981-1991	1992-2002	2003-2013	1981-2013 (Total)
Originación	121 (60.5%)	156 (35.6%)	85 (32.2%)	362 (40.1%)
Nueva combinación	31 (15.5%)	67 (15.3%)	40 (15.1%)	138 (15.3%)
Recombinación	31 (15.5%)	131 (29.9%)	64 (24.2%)	226 (25.1%)
Reutilización	17 (8.5%)	84 (19.2%)	75 (28.4%)	176 (19.5%)
Baterías de PA (Total)	200 (22.1%)	438 (48.6%)	264 (29.3%)	902 (100%)

FUENTE: BASE DE DATOS DE LA USPTO. ELABORACIÓN PROPIA.

**Periodo 1981-1991:** Desde el punto de vista de los vehículos convencionales, la batería de plomo-ácido es el diseño dominante, una tecnología madura, que tiene más de un siglo en el mercado. Sin embargo, el uso de éstas como baterías de tracción es muy reciente. Durante estos años se observa una relativamente escasa actividad inventiva (en este periodo sólo se registraron 200 patentes) y una moderada complejidad, medida por el promedio de clases (Cf. Cuadro II). La actividad inventiva de las baterías de plomo-ácido durante este período, se asocia con el esfuerzo para resolver las deficiencias funcionales de estas baterías (peso, capacidad de carga, ciclos de vida, etc.). Se busca, con escaso éxito, expandir el rendimiento de las baterías convencionales (Westbrook, 2001; Moseley *et al.*, 2004; Pistoia, 2008, 2010).

**Periodo 1992-2002.** Durante estos años se observa una mayor actividad inventiva relacionada con originación y recombinación. Respecto al periodo anterior, el número de patentes pasa de 200 a 438 (Cf. Cuadro III). Es un crecimiento que se asocia al diseño y desarrollo de vehículos eléctricos. En 1996, General Motors diseña el primer vehículo eléctrico (el EV-1) con baterías avanzada (VRLA) de plomo-ácido. Apoyada en sofisticados componentes electrónicos, es la primera experiencia de administrar de manera rigurosa la energía de la batería de plomo-ácido como batería de tracción (Mendoza y Argueta, 2000). Sin embargo, pese a los esfuerzos para mejorar el rendimiento de las baterías de plomo-ácido, se encuentra que su baja densidad de energía (cantidad de energía que es posible almacenar en un espacio) y su peso<sup>14</sup> son los principales cuellos de botella que limitan su uso (Eurobat, 2016).

.....

13 Para este estudio la originación resulta ser particularmente relevante, pues mientras que en los trabajos de Strumsky *et al.* (2010, 2015) la originación representa apenas el 1% de todas las patentes analizadas, en este caso representa para todo el periodo el 40.1%. No es posible afirmar entonces que, para las baterías de plomo-ácido, la probabilidad de incorporar nuevas clases sea baja y por lo tanto “que el proceso de invención ha sido principalmente un proceso combinatorio acompañado de raras ocurrencias de originación tecnológica” (Strumsky *et al.*, 2015, p. 26)

14 Una batería de tracción convencional de PA pesa 270 kg y una VRLA incrementa su peso a 595 kg, ello por la incorporación de más componentes eléctrico/electrónicos y de su sistema de administración de energía (Garche *et al.*, 2015).

**Período (2003-2013).** En este último período los vehículos eléctricos, han sustituido un número cada vez mayor de sistemas mecánicos por sistemas eléctrico/electrónicos. Así mismo, se integran sofisticados sistemas de info-entretenimiento, confort, asistencia al conductor y sistemas de conducción autónoma. Todos estos sistemas para su funcionamiento requieren baterías con mayor energía específica y mayor potencia (Chanaron y Teske, 2007; Juliussen y Robinson, 2010, Eurobat, 2016). Durante este periodo, también se explora el uso de las baterías de plomo-ácido en los nichos emergentes de los microvehículos (que pesan menos de 1000 kilos) y en los micro-híbridos (Chumchal y Kurzweil, 2017). Aún, cuando los vehículos muestran cambios profundos, la actividad inventiva de las baterías de plomo-ácido no desaparece, mantiene un nivel de 264 patentes. Y, si bien disminuyen las patentes de originación –representan el 32% en este último periodo, cuando en el primer periodo contribuían con el 60 % de la actividad inventiva (Cf. Cuadro III)– su porcentaje no es despreciable e indica una intensa actividad inventiva original.

¿Cuánta de esta actividad inventiva se transforma en innovación, en nuevas tecnologías compitiendo en el mercado? ¿Cuántas patentes se quedan en el papel, inactivas y nunca se convierten en fuerza económica creativa-destructiva? ¿Cómo interactúan y co-evolucionan la actividad inventiva en los distintos nichos de mercado de las baterías de plomo-ácido? Estas preguntas son parte de un conjunto amplio y complejo de factores que rebasa el alcance de nuestra investigación.

Estos hechos estilizados son una guía inicial para enriquecer con detalles cómo ha evolucionado la complejidad y la actividad inventiva de las baterías de plomo-ácido de los vehículos eléctricos. Con todo, se considera que las preguntas y la taxonomía utilizada en este trabajo conduce a formular nuevas preguntas y problemas.

## Conclusiones

Los estudios teóricos sobre el cambio tecnológico coinciden en que la combinación de capacidades tecnológicas nuevas y existentes es la principal fuente de novedad inventiva. Bajo esta visión combinatoria, dos perspectivas dominan la discusión: la evolución de la tecnología como variación de las formas exteriores de los artefactos (Basalla, 1988) y, la evolución de la tecnología como captura y recombinación de fenómenos naturales (Arthur, 2009). La perspectiva de Basalla estrecha el foco de atención a la dimensión exterior de los artefactos y no contribuye a identificar una gramática, las reglas de combinación que permiten que los fenómenos naturales se integren. Por su parte, el marco de Arthur permite plantear preguntas más significativas sobre cómo un componente maduro y simple, la batería de plomo-ácido se ha convertido en un sistema tecnológico complejo y en continua evolución.

Los estudios empíricos proporcionan aspectos generales de la invención, usando el número de patentes y el número de reivindicaciones como indicadores de la actividad, sin embargo, no hay un consenso metodológico para el análisis empírico del proceso de invención tecnológica. En resumen, hay controversias tanto en el ámbito teórico como en el empírico sobre el tratamiento de la invención tecnológica.

En el marco de los Sistemas Complejos Adaptables (Holland, 1992, 1995) y la perspectiva teórica desarrollada por Brian Arthur (2009), el presente trabajo permite avanzar en la comprensión

de la invención como un proceso de originación y recombinación de fenómenos y principios científicos. El uso de las clases como unidades de análisis empírico para medir y caracterizar la complejidad y tipo de la actividad inventiva es conveniente porque se trata de un sistema de clasificación detallado, refinado y actualizado por distintas generaciones de expertos evaluadores que identifican –sin los sesgos de las estrategias asociadas a los derechos de propiedad– la emergencia, crecimiento y diversificación de los campos tecnológicos. En contraste, los estudios de patentes tratados como casos o ejemplos resultan ser más descriptivos y teóricamente reduccionistas.

La metodología de Strumsky *et al.* (2010<sub>a,b</sub>, 2011, 2015) utiliza las clases de las patentes para identificar el grado de complejidad tecnológica y cuatro tipos de novedad inventiva (originación, nueva combinación, recombinación y reutilización) para las innovaciones registradas en la USPTO. Sin embargo, su enfoque teórico es propio del gradualismo. Sus hallazgos concluyen que las nuevas tecnologías surgen con mayor probabilidad de las tecnologías existentes y esto implica que las innovaciones emergen por la reutilización y recombinación de las capacidades y conocimientos generados previamente, en consecuencia, son propias de las actividades de explotación. No cuenta con una explicación de la emergencia de conocimiento absolutamente novedoso, ni de las razones que explican la emergencia e incremento de la complejidad. La metodología Strumsky *et al.* (2011, 2015) contribuye a medir sistemáticamente la complejidad tecnológica y a clasificar la novedad, pero al asumir una perspectiva teórica, para comprender la complejidad y el proceso de recombinación, se debe tener cuidado, pues esto puede conducir a interpretaciones confusas o incompletas.

Los resultados de este análisis permiten identificar, para el periodo de estudio (1981-2013), los siguientes hechos estilizados:

**Cambios en la tendencia y la composición de la actividad inventiva** (patentes) en las baterías avanzadas para los vehículos eléctricos (Cf. Figs. 1 y 2). Entre 1981-1991, las baterías de PA son el diseño dominante debido a sus características económicas, su avance tecnológico desarrollado por más de un siglo y el desconocimiento de los requerimientos técnicos de una batería de tracción. Durante 1992-2002, aunque la participación de las baterías de PA continúa siendo relevante (40% de las patentes), es desplazada por las baterías de Li-ion, NiHM y NiCd, (que representan el 29%, 25% y 6%, respectivamente). En contraste, su actividad inventiva crece aceleradamente, pasa de 18 patentes promedio anuales del primer período a 40 en este segundo. En el último período (2003-2013), las patentes de PA representan solo el 11% de las invenciones de baterías para los vehículos eléctricos y, además, se desacelera su actividad inventiva (de 438 a 264 patentes). Sin embargo, éstas prevalecen como baterías auxiliares aptas para suministrar y administrar energía a las aplicaciones eléctrica/electrónicas y digitales de los vehículos. Asimismo, como batería de tracción para vehículos eléctricos ligeros.

**Incremento en la complejidad** de las baterías de PA (Cf. Gráfica 3). Durante los 33 años que comprende el estudio, el promedio anual de clases pasa de 3 a 4 y, en el periodo 2003-2013, el 53% de las invenciones tienen 4 o más clases. Lo anterior sugiere un incremento, ligero y gradual, resultado del descubrimiento y convergencia de fenómenos (aplicaciones nanotecnológicas; hallazgos en nuevos materiales) y dominios tecnológicos (avances en la electroquímica o

el cómputo) representado por el incremento en el número de clases (bloques de construcción, N) y sus combinaciones (interdependencia, k) (Kauffman, 1993).

**Cambios en la configuración de los tipos de novedad inventiva** de las baterías de PA (Cf. Figs. 5 y 6). A pesar de que las baterías de PA son un tecnología madura, las patentes clasificadas como de originación se mantienen como las principales. En el primer período son 121 patentes (61%) de originación, en el segundo, 156 (36%) y en el último 85 (32%). Por su parte, las patentes de recombinación y reutilización contribuyen en el segundo período con 30% y 19% y en el tercero con 24% y 28%, respectivamente. Esto indica que, a pesar de que las baterías de PA son una tecnología madura, se mantiene una alta tasa invención original seguida de una creciente actividad de refinamiento.

¿Qué lecciones o pistas nos ayudan a aclarar los hechos estilizados? La industria automotriz ha usado las baterías de PA durante más de 150 años y a pesar de los cambios que ha sufrido, se continúa innovando en esta clase de baterías. Con tecnologías novedosas, más complejas y avanzadas que, como fuentes de energía confiable, de bajo costo y larga duración, se han adaptado: i) como batería auxiliar de los vehículos de energía alternativa; ii) como batería principal de los vehículos convencionales y microhíbridos y; iii) como batería de tracción de los microvehículos. La pregunta sobre la sustitución tecnológica de lo viejo por lo nuevo resulta en un escenario complejo de coexistencia, complementariedad y rivalidad de la tecnología de las baterías de plomo-acido con otras baterías más avanzadas. Esto es la conformación de diversas trayectorias tecnológicas que es necesario estudiar. Este trabajo contribuye sólo a identificar algunos de sus características prominentes.

Una limitación del presente trabajo es que la información de la actividad inventiva relacionada con las patentes comprende el periodo 1981-2013. No cabe duda que, para representar la tendencia más reciente de la actividad inventiva es necesario incluir el periodo 2014-2023. Sin embargo, los resultados que se extraen del periodo 1981-2013 son significativos toda vez que son tendencias estructurales que representan más de 30 años de actividad inventiva en la industria automotriz.

### Anexo 1. Ejemplo de la taxonomía y metodología de Recombinación

A continuación se describe la lógica que subyace a la taxonomía de novedad inventiva. Suponga que se otorgan cuatro patentes, cada una de las cuales está integrada con cinco clases tecnológicas (denotadas con mayúsculas): A, B, C, D y E. Esta información permite construir combinaciones binarias, las cuales se presentan en el cuadro IV.

**CUADRO IV: EJEMPLO DE LA TAXONOMÍA DE STRUMSKY, LOBO & VAN DER LEEUW (2011)**

	Clases tecnológicas	Combinaciones binarias	Taxonomía de novedad inventiva
Patente 1:	A, E		Originación
Patente 2:	A, B, D		Nueva combinación
Patente 3:	D, E		Recombinación
Patente 4:	A, D, E		Reutilización

**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE A STRUMSKY ET AL. (2011); STRUMSKY Y LOBO (2015).**

En la patente 1, todas sus clases tecnológicas y combinaciones binarias son nuevas, por lo tanto, se la cataloga como una patente de "originación". La patente 2, aprovecha la clase A que ya fue utilizada en la patente 1 y dos clases nuevas (B y D). En la patente 2 se generan nuevas combinaciones binarias: AB, AD, y BD. Por esta razón se la clasifica, como una "nueva combinación". En la patente 3, sus dos clases (D y E) han sido utilizadas en patentes previas (E en la patente 1 y D en la 2). Sin embargo, la combinación resultante DE es nueva, se la considera entonces como una patente de "recombinación". Y finalmente, todas las combinaciones binarias de la patente 4 han sido utilizadas (AD en la patente 2, AE en la 1 y DE en la 3) por lo tanto, se clasifica como una patente de "reutilización". Cabe señalar que las combinaciones se tratan como tales y no como permutaciones, así, por ejemplo, la combinación binaria AE es igual que EA.

## Referencias

- Arthur, W.B. (2015). *Complexity and the economy*. Oxford.
- Arthur, W.B. (2009). *The nature of technology: what it is and how it evolves*. The Free Press.
- Arthur, W.B. (2007). The structure of invention. *Research Policy*, 36(2), 274-287. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.11.005>
- Basalla, G. (1988). *The evolution of technology*. MIT Press.
- Bessen, J. y Meurer, M. J. (2008). *Patent failure: How judges, bureaucrats and lawyers put innovators at risk*. Princeton University Press.
- Broussely, M. (2007) "Traction batteries: EV and HEV" en M. Broussely y G. Pistoia, Eds (2007) *Industrial Applications of Batteries From Cars to Aerospace and Energy Storage*. Elsevier.
- Butler, S. (1863). *Darwing among the Machines*. Disponible en: <http://nzetc.victoria.ac.nz/tm/scholarly/tei-ButFir-t1-g1-t1-g1-t4-body.html>
- Chanaron, J-J. y Teske, J. (2007). Hybrid vehicles: a temporary step. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 7(4), pp.268-288. <https://doi.org/10.1504/ijatm.2007.017061>
- Chumchal, C. y Kurzweil, D. (2017). Lead-acid battery operation in micro-hybrid and electrified vehicles. En J. Garche, E. Karden, P.T. Moseley y D.A.J. Rand (Coord.), *Lead-Acid Batteries for Future Automobiles*. (pp. 395-414). ELSEVIER.
- Dosi, G.; K. Pavitt y L. Soete (1990) *The Economics of Technical Change and International trade*. New York University.
- EUROBAT (2016). *A review of battery technologies for automotive applications*. Disponible en: [https://www.acea.be/uploads/publications/Rev\\_of\\_Battery\\_technology\\_-\\_full\\_report.pdf](https://www.acea.be/uploads/publications/Rev_of_Battery_technology_-_full_report.pdf)
- Fleming, L. y Sorenson, O. (2001). Technology as a complex adaptive system: evidence from patent data. *Research Policy*, 30(7), 1019-1039. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00135-9](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00135-9)
- Garche, J. y Moseley, P.T. (2017). Lead-acid batteries for E-bicycles and E-scooters. En J. Garche, E. Karden, P.T. Moseley y D.A.J. Rand (Coord.), *Lead-Acid Batteries for Future Automobiles*. (pp. 527-547). ELSEVIER.
- Garche, J., Moseley, P.T. y Karden, E. (2015). Lead-acid atteries for Hybrid electric vehicles and battery electric vehicles. En B. Scrosati, J. Garche y W. Tillmetz (Coord.), *Advances in Battery Technologies for Electric Vehicles*. (pp. 75-101). Woodhead Publishing.

- Gell-Mann, M. (1994). *The quark and the jaguar: Adventures in the simple and the complex*. Freeman.
- Gilfillan, S. C. (1935a). *Inventing the ship*. Follett Publishing.
- Gilfillan, S. C. (1935b). *The sociology of invention*. Follett Publishing.
- Griliches, Z. (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A survey. *Journal of Economic Literature*, 28(4), 1661-1707.
- Hall, B., Jaffe, A. y Trajtenberg, M. (2001). The NBER patent citations data file: Lessons, insights and methodological tools. *NBER Working Paper No. 8948*, National Bureau of Economic Research.
- Hall, B., Jaffe, A. y Trajtenberg, M. (2000). Market value and patent citations: A first look. *NBER Working Paper No. 7741*, National Bureau of Economic Research.
- Hockfield, Susan (2020) *The Age of Living Machines: How Biology Will Build the Next Technology Revolution*. W. W. Norton & Company.
- Holland, J. H. (1992). *Adaptation in natural and artificial systems: An introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. University Michigan Press.
- Holland, J. H. (1995). *Hidden order: How adaptation builds complexity*. Helix Books.
- Jaffe, A.B., Trajtenberg, M. y Hall, B. (2006). Market value and patent citations: a first look. En John Cantwell (editor), *The Economics of Patents*. Edward Elgar Publishers.
- Jaffe, A.B., Trajtenberg, M. y Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *Quarterly Journal of Economics*, 108(3), 577- 598. <https://doi.org/10.2307/2118401>
- Jaffe, A.B. y Trajtenberg, M. (2002). *Patents, Citations, and Innovations: A Window on the Knowledge Economy*. MIT Press.
- Juliussen, E. y Robinson, R. (2010), *Is Europe in the Driver's Seat? The Competitiveness of the European Automotive Embedded Systems Industry*, Londres, Institute for Prospective Technological Studies, European Commission.
- Kaempffert, W. (1930). *Invention and society*. American Library Association.
- Kauffman, S. A. (1993). *The origins of order*. Oxford University Press.
- Kolmogorov, A. N. (1968). Three approaches to the quantitative definition of information. *International Journal of Computer Mathematics*, 2(1-4), 157-168. <https://doi.org/10.1080/00207166808803030>

- May, G.J., Calasanzio, D. y Aliberti, R. (2005) VRLA automotive batteries for stop-go and dual battery systems. *Journal of Power Sources*, 144(2), 411-417. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2004.11.008>
- Meissner, E. y Richther, G. (2005) The challenge to the automotive battery industry: the battery has to become an increasingly integrated component within the vehicle electric power system. *Journal of Power Sources*, 144(2), 438-460. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2004.10.031>
- Mendoza, A. y J. Argueta (2000) "GM EV1: Performance Characterization." Edison International Company. Electric Transportation Division. California. <https://avt.inl.gov/sites/default/files/pdf/fsev/2000panpbaev1report.pdf>
- Moseley, P.T., Rand, D.A.J. y Garche, J. (2017). Lead-acid batteries for future automobiles: status and prospects. En J. Garche, E. Karden, P.T. Moseley y D.A.J. Rand (Coord.), *Lead-Acid Batteries for Future Automobiles*. (pp. 601-618). ELSEVIER.
- Moseley, P.T., Garche, J., Parker, C.D. y Rand, D.A.J. (2004) *Valve-Regulated Lead-Acid Batteries*. ELSEVIER.
- Moser, P. y Nicholas, T. (2004). Was electricity a general purpose technology? Evidence from historical patent citations. *American Economic Review*, 94(2), 388-394. <https://doi.org/10.1257/0002828041301407>
- National Research Council (2013), *Transitions to Alternative Vehicles and Fuels*. The National Academies Press.
- Page, S.E. (2014). Where diversity comes from and why it matters? *European Journal of Social Psychology*, 44(4), 267-279. <https://doi.org/10.1002/ejsp.2016>
- Page, S.E. (2011). *Diversity and complexity*. Princeton University Press.
- Pavlov, D. (2011) *Lead-Acid Batteries: Science and Technology: A Handbook of Lead-Acid Battery Technology and its Influence on the Product*. Springer.
- Pistoia, G. (2010) *Electric and Hybrid Vehicles: Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market*. Elsevier.
- Pistoia, G. (2008). *Battery operated devices and systems: From portable electronics to industrial products*. Elsevier.
- Schallenberg, R. (1982) *Bottled Energy: Electrical Engineering and the Evolution of Chemical Energy Storage*. United States.

- Strumsky, D. y Lobo, J. (2015). Identifying the sources of technological novelty in the process of invention. *Research Policy*, 44, 1445-1461. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.05.008>
- Strumsky, D., Lobo, J. y van der Leeuw, S. (2011) Measuring the relative importance of reusing recombining, and creating technologies in the process of invention. SFI Working Paper No. 11-02-003, Santa Fe Institute.
- Strumsky, D., Lobo, J. y van der Leeuw, S. (2010b). Using patent technology codes to study technological change. *Economics of Innovation and New Technology*, 21(3), 267-286. <https://doi.org/10.1080/10438599.2011.578709>
- Strumsky, D., Lobo, J. y Tainter, J. (2010a). Complexity and the productivity of innovation. *Systems Research and Behavioral Science*, 27(5), 496-509. <https://doi.org/10.1002/sres.1057>
- Tainter, J.A. (1988) *The collapse of complex societies*. Cambridge University Press.
- Watson; P. (2016) *Convergence: The Idea at the Heart of Science*. Simon & Schuster.
- Westbrook, M. (2001). *The Electric Car: Development and future of battery, hybrid and fuel-cell cars*. The Institution of Engineering and Technology.
- Young, H., Strumsky, D., Bettencourt, L.M.A. y Lobo, J. (2015). Invention as a combinatorial process: Patents from U.S. Patents. *Journal Royal Society Interface*, 12 (20150272). <https://doi.org/10.1098/rsif.2015.0272>
- Youtie, J., Iacopetta, M. y Graham, S. (2008). Assessing the nature of nanotechnology: can we uncover an emerging general purpose technology? *The Journal of Technology Transfer*, 33, 315-329. <https://doi.org/10.1007/s10961-007-9030-6>



Como citar:

Lara, A., Jaimes, G. y Chávez, R. Las fuentes de novedad inventiva en las baterías de plomo-ácido de los vehículos eléctricos. *Administración y organizaciones* 26(50).



Administración y Organizaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional License.

## History and evolution of Neuromarketing

### *Historia y evolución del neuromarketing*

José T. Marín Aguilar<sup>I</sup>, Marco E. Rivera Martínez<sup>II</sup>, Aura A. Díaz Duarte<sup>III</sup> y  
María del C. Martínez Serna<sup>IV</sup>.

Fecha recepción 14 de abril de 2023. Fecha de aceptación 19 de abril de 2023.

### Abstract

The human brain has been studied for more than two thousand years, however, in our days, much of it is still a mystery. In the last century scientific contribution on human thought and behavior were limited, thanks to the multidisciplinary approach of neurosciences, the situation is changing rapidly and the last three decades have seen a considerable change, to the point that the 21st century is being described as “the century of the brain” (De Balanzó and Sabaté, 2007).

In order to establish the beginnings of neuromarketing it is necessary to address the history of neuroscience. Neuroscience starts from philosophy, which established the bases that founded and clarified the concepts and principles of the study of the brain. Taking philosophy as the foregoing of neuroscience avoids dissociating the scientific and philosophical spheres of a field in which there is a deep degree of relationship (C. Blanco, 2014).

**Keywords:** Human brain, neurosciences.

### Resumen

El cerebro humano se ha estudiado durante más de dos mil años, sin embargo, en nuestros días, gran parte de él sigue siendo un misterio. Durante el siglo pasado los aportes científicos sobre el pensamiento y el comportamiento humano fueron limitados, gracias al enfoque multidisciplinario de las neurociencias, la situación está cambiando rápidamente y las últimas tres décadas han visto un cambio considerable, al punto que se está describiendo el siglo XXI como “el siglo del cerebro” (De Balanzó y Sabaté, 2007).

Para establecer los inicios del neuromarketing es necesario abordar la historia de la neurociencia. La neurociencia parte de la filosofía, la cual sentó las bases que fundaron y aclararon los conceptos y principios del estudio del cerebro. Tomar la filosofía como antecedente de la neurociencia evita disociar las esferas científica y filosófica de un campo en el que existe un profundo grado de relación (C. Blanco, 2014).

**Palabras clave:** Cerebro humano, neurociencias.

• • • • •

I Universidad Autónoma de Aguascalientes. [trinidad.marin@edu.uaa.mx](mailto:trinidad.marin@edu.uaa.mx) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7604-1720>

II Universidad Autónoma de Aguascalientes. [marco.rivera@edu.uaa.mx](mailto:marco.rivera@edu.uaa.mx) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6563-2987>

III Universidad Panamericana. México. [aadiaz@up.edu.mx](mailto:aadiaz@up.edu.mx) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5856-7961>

IV Universidad Panamericana. México. [mcmartin@correo.uaa.mx](mailto:mcmartin@correo.uaa.mx) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5856-7961>

## Neuroscience

Neuroscience, “brain science”, is defined by Kandel, Schwartz and Jessel (2000) as; “that which fuses various disciplines, including molecular biology, electrophysiology, anatomy, embryology and developmental biology, cell biology and behavioral biology”. (Baptista, León, and Mora, 2010).

According to C. Blanco, the history of neuroscience began in Classical Antiquity and the Middle Ages, where there was a dilemma and debate about which organ was in charge of sensory and motor functions. Thus, the question was whether the organ in charge was the heart or the brain. Several thinkers and philosophers of the time, such as Aristotle, leaned towards the “cardiocentric” approach. This referred to the heart as the organ in charge of sensory and motor functions in the human body. Various cultures of the time, such as Hindu and Egyptian, also adopted this approach.

Later Hippocrates would postulate his position on this debate in the year 460 B.C. when he established that the brain was related to sensations and was where man’s intelligence and “reasoning” emanated from, while the heart was the organ in charge of feelings.

Hippocrates is considered the father of medicine, and his contribution directed the course of human science. In the Middle Ages, the most relevant physician and philosopher was Galen, who, in addition to Aristotle and Hippocrates, constituted the pillars of medicine. Galen’s importance lay in his experimental attribution of medical science, and it would not be until the Renaissance period that this would be taken up again. Later in the sixteenth and seventeenth centuries, during the stage of modern medicine Andrea Vesalius, questioned what was postulated by Aristotle and Galen and replaced it with empirical methods, with a “mechanistic” approach (C. Blanco, 2014).

In the field of philosophy, the main actor was Rene Descartes, who postulated a dualism between the mind-body relationship. For the french philosopher, the human being was composed by two principles: the mind and the body, which is where he made one of the most important and notable contributions to human knowledge, embodied in the famous phrase “I think therefore I am”. Descartes true merit lies in the exploration not only theoretically but also anatomically and physiologically of how the human body possessed an immaterial mind, and how it affected and modified the human body, and how that also affected and modified human behavior and its functions (Gómez, 2017).

After Descartes, during the eighteenth and nineteenth centuries scientific advances increased greatly thanks to the discoveries made by various scientists such as Galvani, Gilsson, Borelli, Wesley, Stuart, Whytt, Willis, von Helmholtz, and Hensing, the latter being the precursor of “neurochemistry”. Advances in the study of nervous electrical activity and the development of neuroscience continued to progress and gradually the term “nervous system”, formulated by Sherrington at the end of the 19th century, was established for the first time. This created the basis for the understanding of nerve impulses and brain function in the cortex, where scientists such as Broca, Wernicke, Fritsch, Jackson, and Ferrier, among others, stood out. Also outstanding psychologists laid the foundations for the study of the mind. It was in the 19th century when remarkable progress was made in the knowledge and study of psychological diseases and disorders, as well as important advances in the study of the brain (C. Blanco, 2014).

In the 20th century, neuroscience was divided into two types of approaches: holistic and reductionist. The holistic approach proposed the study of neuroscience as a whole, while the reductionist approach was based on its components. One of the main holistic postulates is the Gestalt Theory, which was created in Germany at the beginning of the 20th century by the researchers Wertheimer, Koffka and Köhler. Gestalt proposes perception as the fundamental process of mental activity, and of other psychological activities such as learning, memory and thinking, among others. Gestalt assumes that mental activity does not come from the total of perceptions surrounding the individual, but that these perceptions are selected and extracted depending on the susceptibility of people, generating in them a mental representation, this means that perception tends to a mental order, and this determines what information is selected to the subsequently making of judgments, ideas or concepts. In 1912 Wertheimer considered that unlike what was believed in the last century, the individual is susceptible to various stimulus, caused by all the factors that surround him, the factors that surround him (light, sound, aroma), which generate in the individual a series of neurophysiological processes (Oviedo, 2004).

Also in this century Sigmund Freud postulated a holistic theory; The Theory of Psychoanalysis. This theory segmented the “psychic apparatus” into three instances (the Id, the Ego and the Superego), which form the totality of the human mind. On the other hand, reductionist theories put forward more forceful postulates that explained the molecular mechanisms that generated nervous impulses. Thus, the Neuron Theory was established, which defined the neuron as the structural and functional unit of the brain, consolidating the biological bases of neuroscience and neurology; this theory is attributed to the scientist Santiago Ramón y Cajal. During this century theories about synaptic transmission, synapse, and short and long term memory were also formulated. (C. Blanco, 2014).

The set of holistic and reductionist theories gave rise to an interdisciplinary science that works together with others such as neuropsychology, neuroanatomy, neurophysiology, social sciences and computational sciences, which in recent years have been of great importance for a complex study of the brain and nervous system in general.

C. Blanco places the birth of modern neuroscience in 1962, at the Massachusetts Institute of Technology, when the “Neuroscience Research Program” (NRP) was created by the scientist Francis O. Schmitt, who brought together an interdisciplinary group of scientists to carry out a complex and deep research on neuroscience and related disciplines. This program of great disciplinary diversity shows how difficult it was and has been to study the mind, proof of which is that holistic and reductionist processes were unified for such research.

After the NRP, the research and formulation of concepts within neuroscience expanded, generating the term cognitive neuroscience, a discipline that has become a scientific field merged from neuroscience and cognitive psychology (which is responsible for the study of higher mental functions). Cognitive neuroscience has greatly influenced the perspective and orientation implemented in neuroscience. In recent years, technological advances have made it possible to have different techniques such as neuroimaging and noninvasive brain stimulation techniques, among others, which have deepened the understanding of mental functions and their link with the underlying neurological systems. (Redolar, 2014).

The birth of cognitive neuroscience dates back to 1982 and is attributed to David Marr, who formulated the basis for its continued development. This work would later be developed by Michael S. Gazzaniga and George A. Miller (Domínguez, 2011).

Neuroscience today is in charge of investigating the process of information capture and synthesis that occurs in the brain in addition to the contiguous study of sensation, perception, memory and learning. Knowledge of the brain and intelligence has increased exponentially, not only is more known about neuroanatomy and the way in which the brain synthesizes and processes information, but also about the mental interaction that individuals have with the outside world in their daily lives and in the way they interact with the outside world, in its physical, social and cultural spheres. Likewise, it is now known that neurons operate in specialized groups, each group in charge of diverse and specific functions within the brain (Cumpa, 2004).

In recent years, neuroscience has been interrelated in an important way with various sciences and disciplines, as has happened with marketing, with the aim of supporting the need to study the brain and the neurological processes that lead to consumer purchasing decisions and the determination of successful and fruitful business strategies (Osores, 2015).

Economists were the first to merge neuroscience with social science, proposing neuroeconomics, the purpose was to better understand the decision processes carried out by different economic agents, using approaches from cognitive psychology and neuroscience. (Zineb, Larbi, Mohamed, Yahya, Hadj, & Ali, 2011).

In order to address the process of fusion between neuroscience and marketing that led to the creation of neuromarketing, it is to deepen our understanding of marketing and its processes.

## Marketing

According to the American Marketing Association, AMA (2013), marketing is defined as; “the activity, set of institutions, and processes for creating, communicating, delivering, and exchanging offerings that have value for customers, partners, and society at large.”

Kotler and Armstrong (2012) define marketing as; “a social and managerial process, through which individuals and groups obtain what they need and want by creating, offering and exchanging products or other items with value to others”.

Kotler and Keller (2012) define marketing as; “the process of identifying and satisfying human and social needs profitably”.

Marketing has been modified over the years since its initial conception, and its definition and application have undergone successive reinterpretations since its inception. The first definitions of marketing were oriented towards production and sales. Currently there is a different approach, based on the figure of the consumer, his needs and desires, with the aim of improving and consolidating the links between the brand, the customer and the rest of the agents in the environment. (Monferrer, 2013).

In its desire to embrace the customer, marketing has been busy dabbling in neuroscience. One of the foregoings to a complex study of neuromarketing was the so-called “triune brain”, developed by neuroscientist Paul MacLean, who established that in the human brain there were three superimposed levels that function in an interconnected manner, each with its own

specific characteristics. According to Braidot (2009) these levels are known as; reptilian system, limbic system and cortex or thinking brain: “The reptilian brain is the oldest area and is located in the lower and rear part of the skull. At the center of this system is the hypothalamus, which regulates instinctive behaviors and primary emotions, such as hunger, sexual desires and body temperature”. The limbic system is known as the emotion system. Among the main structures that integrate it are the hippocampus that the amygdala, “which triggers fear in response to certain stimuli and plays an active role in our emotional life”, is also located here. Finally, there is the cortex or thinking brain, which is divided into the two cerebral hemispheres and is the seat of thought and higher cognitive functions, such as abstract reasoning and language (Braidot, 2009).

Based on the above, Rendon (2009) states that, from the perspective of the triune brain, the human brain is the conjunction of the complex interaction of these three systems. This means that in the human brain the evolution of the brain structures that have taken place since the origins of the human species is materialized and corroborated. This process is evidenced and synthesized in the nine months of human gestation. In addition, the complex interaction between the “three brains encompassed” contributes to the generation of the different states of consciousness, responsible for the activation of the higher neurocognitive functions. The states of consciousness determine the perception and personal knowledge and knowledge of the world around the individual (Rendón, 2009).

With the constant search for new techniques that would allow companies to better understand and engage with customers, a discipline emerged that precisely applied neuroscience techniques to marketing processes, thus giving rise to the term neuromarketing.

### **Neuromarketing**

According to Kotler & Keller (2012) neuromarketing is defined as; “brain research on the effect of marketing stimuli, as an alternative to traditional consumer research.”

Lee, Broderick & Chamberlain (2007) define it as; “the application of neuroscience methods in the analysis of people to understand their consumer behavior in relation to markets and marketing exchanges”.

Braidot (2009) defines it as “the discipline in charge of the study and research of the neurological processes that explain the behavior and decision-making of individuals within the field of marketing”.

The term neuromarketing cannot be attributed to a particular author, as it began to appear around 2002. At that time, some American companies such as Brighthouse and Sales-Brain became the first to offer neuromarketing research and consulting services, thereby promoting the use of technology and knowledge from the field of neuroscience. The first academic research on neuromarketing was conducted by Read Montague, professor of neuroscience at Baylor College of Medicine in 2003 and published in the journal *Neuron* in 2004 (Morin, 2011).

The application and evolution of neuroscience within marketing has led to the development of various research methodologies, some of which are still under study and experimentation.

Neuromarketing studies generally measure product preference in terms of brand familiarity or consumer preference. In traditional marketing studies, measures such as product preference are sometimes difficult to measure, as the consumer may have a cognitive bias. However, brand familiarity and product preference have been correlated with the neural activity of individuals (Madan, 2010).

This is how within neuromarketing, the term neuro-selling was formulated. Previously, selling was considered a technique, nowadays it is considered a science, it is known that persuasive communication is not only verbal but also neurolinguistic, thanks to the contribution of neurosciences. Neuromarketing is responsible for studying the stimuli and preferences of the consumer's brain, when it is possible to sell to the "mind" sales increase, and companies manage to link in a more complex way with their customers (Klaric, 2014).

Neuromarketing answers with a greater degree of certainty to many of the questions asked in marketing:

Which stimuli should a commercial contain to achieve a greater degree of impact on the individual? What sensory stimuli should a product contain to achieve customer satisfaction? What should be the level of repetition in each medium for a campaign to be effective? What is the best pricing strategy?

How do you influence customers to stay longer at a point of sale? And how to increase sales volume? This makes it easier to understand the real needs of customers and to overcome and eliminate business barriers. Today's marketers have to know the brain in depth, since it is through the brain that individuals interact and interrelate with the social and physical world around them (Braidot, 2009).

Therefore, it is of great importance to have a deep understanding of consumer behavior, Schiffman and Kanuk (2010) define it as "the behavior that consumers exhibit when seeking, buying, using, evaluating and discarding products and services that they expect to satisfy their needs". Consumer's behavior focuses on how consumers and families make decisions to spend their available resources (time, money, effort) on consumption-related items. That includes what they buy, why they buy it, when, where, and how often they buy it (Schiffman and Kanuk, 2010).

In order to connect with people, companies need to develop an authentic DNA, which is the core of their true differentiation. This reflects the brand identity in customers' lives. For companies and/or businesses to achieve differentiation is a difficult task but to achieve authentic differentiation is even more complicated (Kotler & Kartajaya, 2018)

Marketers today realize that in order to outperform their competitors, they have to achieve the full profit potential in each of their customers. This is why it is so important to generate successful relationships between the company and its customers, fostering high levels of satisfaction, a strong sense of trust, and a structure that ensures customer retention (Schiffman & Kanuk 2010).

R. Blanco (2018) highlights the importance of Neuromarketing and the application of techniques belonging to neurosciences to the field of sales, experiencing the effects that took place on the human brain with the aim of identifying and conditioning consumer behavior,

which is why the need is created to understand consumers behavior beyond what an interview can reveal. The author mentions that consumer preferences are not rational, these are derived from unconscious emotional forces that determine their choices, preferences, and tastes, this is identified with techniques that allow analyzing both observable behaviors and those that have their origin in non-conscious actions, discovered through the analysis of brain processes, as well as the identification of sensory reactions, emotions and sensations that products cause in the consumer. (R. Blanco, 2018)

Braidot (2009) defined that the brain is attacked by signals, which in turn are translated into nerve impulses that travel through neural circuits. Thus, each human being constructs reality based on what his or her brain perceives and internalizes.

According to Braidot (2009), brain functions can be grouped into three fundamental types in the study of neuromarketing; the first of these functions is sensory, in which the brain receives stimuli from all sensory organs, processes them and integrates them to form perceptions.

The second function is motor, in which the brain emits impulses that control voluntary and involuntary muscle movements. Finally, there are the integrative functions, in which the brain generates complex mental activities such as memory, cognition, multiple emotions and language.

Another of the pillars of study of neuromarketing is the mind, Braidot (2009) defines it as “the emergent set of conscious and non-conscious processes of the brain that are produced by the interaction and communication between groups and circuits of neurons that originate thoughts and feelings”.

In the last decades the technology that studies the brain has increased remarkably, this has allowed the study of brain reactions just at the moment in which they occur, allowing us to identify the brain area that is activated when we speak, observe an advertisement, or touch an object. These studies and the applications of neuroscience in everyday areas of life are allowing great advances in the study of human beings and their reactions to advertising stimuli. The main techniques for studying the brain come from medical sciences, but their studies can be extrapolated to Neuromarketing (R. Blanco, 2018).

For neuromarketing, understanding the perceptual process is fundamental, since what the customer understands becomes the true reality. Perceptions determine the vision we have of the world and from that vision will derive behaviors, many of which are extremely useful for organizations. Neuromarketing techniques provide accurate and relevant results and information for organizations seeking to generate a greater impact of their products and/or services on the consumer. These techniques roughly measure the attention, emotion and memory that is generated in the brain of consumers (Baptista, Leon, and Mora, 2010).

In recent years, the use of advanced techniques such as electroencephalogram (EEG) has been implemented, which, despite not being recent, is still considered an adequate way to measure changes in the electrical field in certain regions of the brain. Another technique is the functional magnetic resonance imaging (fMRI), the most widely used at present. This technique presents images of the brain, in which the level of activity in each of its areas can be appreciated, since it is capable of recognizing the levels of oxygen in the blood. Another method is Magnetoencephalography (MEG), which is a non-invasive procedure similar to the previous

one, focused on the measurement of neuronal activity. There are also other techniques such as eye tracking, this method captures information on internal brain activity, this was first implemented in the eighties using simple observation methods and techniques, currently the process is controlled by computers, this technique tracks what the individual sees and what things is where he pays more attention (Ososres, 2015).

According to Brain Sings (2018) another of the most commonly employed techniques today is the galvanic skin response (GSR), which measures the electrical variations of the skin, such as conductance, caused by the variation of sweating of the human body. This technique is easy to record as only two electrodes are placed on the second and third fingers of one hand. GSR falls into the category of biometric measurements that are generally used by Neuromarketing consulting agencies. This technology is the same as the polygraph technology implemented since 1881 by Fere. Neuromarketing consulting agencies use metric activation to detect consumers' impulse or desire to buy, even monitoring heart rate, blood pressure, respiration and sweating (Mojica, 2017).

The use of these advanced techniques and procedures has led to increased productivity in the formulation and implementation of marketing strategies (Ososres, 2015).

Neuromarketing in our days has penetrated within all the functions and variables of traditional marketing, so it happens with the so-called marketing mix, which is defined as the set of controllable tools, which the company combines to produce a desired response in the target market. The marketing mix includes the variables that influence consumers and the market, called the "four Ps": product, price, place and promotion (Ososres, 2015).

The above has raised new methodologies and advanced techniques that have allowed to increase productivity in the formulation of marketing strategies. Thanks to neuromarketing, companies have a deeper and more accurate knowledge of consumers, their behavior, preferences, motivations and sensations.

However, neuromarketing faces difficulties. A current topic of discussion is the ethical issue of the study techniques used. From a scientific point of view, neuromarketing is nowhere near being able to allow researchers to design a marketing campaign so addictive and strong that it can override an individual's freedom of decision making and totally condition him or her to the desires of companies. Despite this, in the United States, a consumer protection group has filed complaints with the federal government and the Senate, protesting and questioning the ethics of the processes and techniques employed by marketers.

Despite the above, neuromarketing has gained unusual interest among many experts in marketing and related disciplines. And related disciplines, it is presented as a new frontier to be conquered. The use of tools that make tangible the emotional relationship established between companies and consumers allows a better understanding of how the image of brands is processed in the brain and the stimuli generated in the consumer (De Balanzo and Sabate, 2007).

The process of research and study continues, there is still much to develop and discover, in a way it is in a process of growth and expansion, where the constant technological advances take a decisive role in the future and the way in which neuromarketing will evolve.

## References

- American Marketing Association. (2013). Definition of Marketing. Recuperado de: <https://www.ama.org/the-definition-of-marketing/>
- Baptista, V; León, M; Mora, Cesar. (2010). Neuromarketing: Conocer al cliente por sus percepciones. *Tec Empresarial IV* (3), 9-19.
- Blanco, C. (2014). *Historia de la Neurociencia*. Madrid, España: Biblioteca Nueva. Blanco, R. (2018). *Como vender al cerebro. Neuromarketing aplicado*. Madrid, España: Bubok Publishing S.L.
- Braidot, N. (2009). *Neuromarketing*. Barcelona, España: Gestión 2000.
- Brian Sings. (2018). Respuesta galvánica de la piel (GSR). Sapienza Universita di Roma. Recuperado de: <https://www.brainsigns.com>
- Cumpa, J. G. (2004). *Neurociencia Cognitiva y Educación*. Lambayeque, Perú: Fachse.
- De Balanzó, C. y Sabaté, J. (2007). Neurociencias y publicidad: la nueva frontera de la persuasión. *Trípodos Extra II*. 909-923.
- Domínguez, A. (2011). La Neurociencia Computacional en Churchland y Sejnowski (1992). *A Parte Rei* 74.
- Gómez, J. D. (29 de julio de 2017). El dualismo de Descartes: ¿dónde y cómo interactúan mente y cuerpo? *El Semanario*. Recuperado de: <https://elsemanario.com>
- Kandel, E.; Schwartz, J.; y Jessel, T. (2000). *Neurociencia y conducta*. Madrid, España: Prentice Hall.
- Klaric, J. (2014). *Véndele a la mente, no a la gente*. Lima, Perú: BIIA División Editorial. Kotler, P. y Armstrong, G. (2012). *Principles of marketing*. Boston, U.S.: Pearson Prentice Hall
- Kotler, P., y Kartajaya, H. (2018). *Marketing 3.0*. Barcelona, España: LID Editorial. Kotler, P., y Keller, K. (2012). *Dirección de Marketing*. Ciudad de México, México: Pearson Educación.
- Lee, N; Broderick, A; y Chamberlain, L. (2007) What is 'neuromarketing'? A discussion and agenda for future research. *International Journal of Psychophysiology*, 63 (2), 199-204.
- Madan, C. (2010). Neuromarketing: The net step in market research? *Eureka*, I (1), 34- 42.
- Mojica, A. G. (2017). Actividad electrodérmica aplicada a la psicología: análisis bibliométrico. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 18 (4), 46-56.
- Morin, C. (2011). Neuromarketing: The New Science of Consumer Behavior. *Springer Science* (48) 131-135. DOI: 10.1007/s12115-010-9408-1

- Monferrer Tirado, D. (2013). Fundamentos del Marketing. Castellón, España: Publicacions de la Universitat Jaume I. DOI: <http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia74>
- Osores, M. (2015). Conceptualización del neuromarketing: su relación con el mix de marketing y el comportamiento del consumidor. *Revista Academia & Negocios*, I (2), 103-118.
- Oviedo, G. (2004). La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría Gestalt. *Revista de Estudios Sociales*, 89-96.
- Redolar, D. (2014). *Neurociencia Cognitiva*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Rendon, M. (2009). Creatividad y cerebro: bases neurológicas de la creatividad. *Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca*, 15, 117-135.
- Schiffman, L; Kanuk, L. (2010). *Comportamiento del Consumidor*. Ciudad de México, México: Pearson Educación.
- Zineb, O; Larbi, B; Mohamed, J; Yahya, C; Hadj, O; y Ali B. (2011). Neuromarketing: Where marketing and neuroscience meet. *African Journal of Business Management*, V (5), 1528-1532.



Como citar:

Marín, J., Rivera, M., Díaz, A., Martínez, M. (2023). History and evolution of Neuromarketing. *Administración y organizaciones* 26(50).



Administración y Organizaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada 4.0 International License.

## **¡Haz algo por tu país!: Sustentabilidad, Economía circular y Mipymes. Una charla con el Dr. Gonzalo Maldonado**

*Do it for your country! Sustainability,  
 Circular Economy and SMEs.  
 A conversation with Ph.D. Gonzalo Maldonado*

Graciela Carrillo González y Angel Wilhelm Vázquez García

### **Resumen**

Presentamos una charla con el profesor Gonzalo Maldonado Guzmán, doctor en Marketing por la Universidad de Valencia, España y titular de programas de maestría y licenciatura en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Sus áreas de investigación son: *Marketing Mix*, Responsabilidad Social Corporativa, Innovación en pymes, Tecnologías de Información y Comunicación en pymes, Propiedad Intelectual en pymes, Gestión del Conocimiento en pymes, entre otras. El Doctor Maldonado es coordinador e investigador en los proyectos: Innovación y Cultura Empresarial en las Mipymes Innovación y Gestión del Conocimiento en las pymes ambas dentro del Estado de Aguascalientes, proyectos realizados conjuntamente con las Universidades de Murcia, Cantabria y Politécnica de Cartagena, España.

### **Abstract**

We present the interview with Gonzalo Maldonado Guzmán, PhD in Marketing from the University of Valencia, Spain and professor of master's and undergraduate programs at the Autonomous University of Aguascalientes. His research areas are: Marketing Mix, Corporate Social Responsibility, Innovation in SMEs, ICTs in SMEs, Intellectual Property in SMEs, Knowledge Management in SMEs, among others. Professor Maldonado is coordinator and researcher in the projects: Innovation and Business Culture in MSMEs Innovation and Knowledge Management in SMEs both within the State of Aguascalientes, State of Aguascalientes, projects carried out jointly with the Universities of Murcia, Cantabria and the Polytechnic of Cartagena, Spain.

.....  
 I Profesora Investigadora. Editora de Sección de la Revista Administración y Organizaciones.

Departamento de Producción Económica, Universidad Autónoma Metropolitana. [graci2992@gmail.com](mailto:graci2992@gmail.com)

[ORCID https://orcid.org/0000-0001-8969-5096](https://orcid.org/0000-0001-8969-5096)

II Profesor Investigador. Editor de la Revista Administración y Organizaciones Departamento de Producción

Económica, Universidad Autónoma Metropolitana. [avazquezg@correo.xoc.uam.mx](mailto:avazquezg@correo.xoc.uam.mx) [ORCID. https://orcid.org/0000-](https://orcid.org/0000-0003-0947-8599)

[0003-0947-8599](https://orcid.org/0003-0947-8599)

**Graciela Carrillo:** Buenas tardes Doctor agradecemos su participación en esta entrevista, lo cual será un importante aporte para el número 50 de la Revista Administración y Organizaciones. Hemos revisado algunos de sus trabajos y observamos que su trayectoria es muy amplia y muy interesante, consideramos que conversar con usted, un investigador consolidado, nos va a permitir discutir sobre temas muy actuales. Quisiéramos centrarnos en sus últimos trabajos sobre la economía circular aplicada a un sector específico, en particular podríamos conversar sobre su libro que muy acertadamente presenta distintas perspectivas teóricas sobre el tema y su aplicación en el sector automotriz.

En relación al contexto sobre la crisis ambiental actual y las tendencias frente a situaciones muy complejas como la escasez de energía y agua, el mal manejo de los residuos y los costos que ello implica costos, así como la presión que ejerce la firma de convenios internacionales sobre la dinámica de las empresas especialmente aquella vinculadas a los mercados internacionales. Al respecto me gustaría que nos comentara su perspectiva sobre la dirección y el camino están tomando los países y las empresas frente a esta problemática ambiental.

**Gonzalo Maldonado:** Gracias por la invitación, es un honor estar con ustedes y poder compartir un poquito de lo que yo sé, no soy muy experto, pero vamos a tratar de dar alguna información de lo que se ha analizado. Mire, efectivamente, este apartado de la economía circular prácticamente es un tema relativamente nuevo dentro del marco académico e internacional, porque fue prácticamente a partir del 2011, si no mal recuerdo, en Alemania, donde surge la palabra "economía circular", anteriormente todas las empresas trabajaban con una economía lineal, "cómprolo, úselo y tírelo", y hasta ahí llegaba todo mundo.

Cuando empiezan todas las cuestiones ambientalistas la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se ocupa a través de los Objetivos de Desarrollo Sustentable del tema, entonces se empieza a crear la conciencia de tratar de apoyar toda la parte de la sustentabilidad, y ahí es donde inicia ese proceso de la economía circular. Es decir, pasar de una economía lineal de "cómprolo, úselo y tírelo", a una economía circular ahora de "reusar, reutilizar, remanufacturar, reciclar". De tal manera que logremos la menor cantidad de residuos posibles. Lógicamente este problema deriva del consumo humano que es cada vez mayor, se tiene estimado que para el año 2050 vamos a ser un poco más de 10,000 millones de habitantes a los que habrá que darles de comer, de vestir y de calzar. El problema es que nada más tenemos un solo planeta, no más y la Tierra es limitada.

Por lo tanto para obtener los recursos naturales que se requieren para la producción de los bienes y servicios que tenemos que consumir como humanidad hay una explotación impresionante de materias primas. Por lo tanto, nos estamos acabando las materias primas y no estamos reutilizando y reusando, como en otros países.



Los pioneros de toda esta parte de la economía circular, como siempre, son los europeos. Existe una ley europea de economía circular que está haciendo que la mayor parte de los residuos se reutilicen, le cobran a las empresas por reutilizar o por reciclar sus residuos. Eso conlleva lógicamente que no solamente hay un cobro para la empresa, sino que también hay muchos apoyos y beneficios fiscales para las empresas que utilicen este tipo de sistemas.

Sobre todo, una de las industrias que más contamina, es la industria manufacturera, y entre ellas la industria automotriz, porque consume muchísima agua. Ya no hablemos de materias primas, sino del agua que utiliza en la generación de energía para fabricar un vehículo. El segundo país que empezó a trabajar con esto es China, desde hace un buen tiempo la economía circular ha sido parte de sus políticas y posteriormente incursionaron Japón y Estados Unidos. Usted se preguntará: bueno, y ¿qué pasa con nuestro país? En América Latina estamos totalmente en pañales, esto de los recursos naturales no es muy importante y le voy a poner un ejemplo clarísimo: el 20% de la selva amazónica se acabó solamente con el sexenio del presidente Jair Bolsonaro. Por lo tanto, imagínese, eliminar el pulmón más grande del mundo, que es la selva amazónica... se la están acabando.

Entonces, ¿qué es lo que se está haciendo? No ha habido mucha preocupación de los gobiernos mexicanos ni de los gobiernos de América Latina, por preservar el medio ambiente. En México, desde hace dos años, si mal no recuerdo, se creó la ley de economía circular; lamentablemente, como sucede en nuestro país, la ley general fue aprobada por el Senado de la República, pero lamentablemente no tenemos leyes secundarias. Por lo tanto, tenemos una ley general, pero ¿de qué sirve la ley general si no tenemos leyes secundarias? ¿Qué significa una ley secundaria? Es la operación de la ley, es decir, no hay ninguna norma operativa que nos diga cómo va a funcionar la economía circular, cuáles son los niveles que debe tener de contaminación medioambiental, de ruido, de residuos, si va a haber apoyos fiscales o no va a haber apoyos fiscales, cómo se va a operacionalizar toda esta ley, no la tenemos porque solamente existe la ley general y lógicamente, al gobierno federal actual parece no interesarle como un tema prioritario la sustentabilidad.

La enorme contradicción que tenemos se manifiesta en lo siguiente, la semana anterior o al inicio de esta semana llegaron a un acuerdo los 27 países de la Unión Europea, donde antes de la pandemia se había dicho que para el 2025 ya no se iba a poder comprar ningún vehículo en Europa que fuera movido a través de combustibles fósiles, o sea gasolina o diésel. El problema de la pandemia trastocó la economía de todos los países de esta región posteriormente la guerra de Ucrania les afectó muy fuerte, por tanto hubo que cambiar ya que Rusia era su proveedor de cerca del 70% del gas que consumían los europeos, y ya no lo tienen. Entonces hubo que hacer cambios en sus sistemas de gestión y ahora ya llegaron a un acuerdo la semana pasada en el cual por fin Bruselas decidió que para el año 2035 no se va a poder vender un solo vehículo en Europa que utilice, combustibles fósiles.

Están apostando a que sean los vehículos eléctricos y los vehículos híbridos, pero particularmente los vehículos eléctricos los que dominen el mercado, entonces la inversión está



fuertísima en la generación de vehículos eléctricos. De la misma forma el estado de California en los Estados Unidos ya estableció que para el año 2027 no se va a poder vender un solo vehículo que utilice combustibles fósiles, y luego nos preguntaremos ¿y qué va a pasar con la industria automotriz en México? Si la industria automotriz en México es una de las industrias más pujantes a nivel nacional y es la que genera un alto porcentaje del PIB, y no solamente eso, sino también que provee una gran cantidad de empleos. ¿Qué va a pasar con la industria automotriz, sobre todo para los estados del Bajío de nuestro país? Porque en los estados del Bajío como Aguascalientes, San Luis Potosí, Querétaro, Guanajuato, la mayor parte de la industria es automotriz; imagínese que se vaya la industria automotriz, nos va a pegar durísimo, como país.

En consecuencia, ¿México se está preparando para poder participar en esos mercados? No, lamentablemente no, y prueba de ello es que el gobierno actual está enfrascado en hacer una refinería de cientos de miles de millones de pesos, que desde mi punto de vista, no nos va a servir, porque la tendencia actual no es la utilización de combustibles fósiles, sino de energías limpias, energías alternativas, y eso es a lo que no le está apostando nuestro país. Eso es lo que no existe en las leyes secundarias porque no las tenemos, no sabemos cómo va a funcionar la economía circular, lo que sí se tienen muy claro en otros países.

Voy a poner un solo ejemplo y no de Europa, de Estados Unidos, que es el vecino más cercano. Si usted quiere comprar un vehículo eléctrico en Estados Unidos, le dan un bono, creo que son de 1,000 o 1,200 dólares para poder comprar el vehículo, y además, le van a condonar cierto tipo de impuestos durante un periodo de tiempo por la compra de su vehículo, adicionalmente el gobierno se encarga de comprarle su vehículo, se lo toma en cuenta para poder adquirir uno eléctrico. Por lo tanto, todo ese tipo de apoyos fiscales hacia los compradores, los motiva a que compren un vehículo de ese tipo; aquí en nuestro país no tenemos esos incentivos. El único incentivo que hay en México es que si usted tiene un vehículo eléctrico no va a hacer la verificación y el gran problema que tenemos es ¿cuánto cuesta un vehículo eléctrico en México?

Le voy a poner un ejemplo: el vehículo más económico es el *Leaf*, que lo fabrica *Nissan*, es un coche chiquitito como el *Smart*, y aproximadamente, hasta el año pasado que estuve revisando los precios, tiene un costo aproximado entre 750 y 780 mil pesos. Con ese dinero, usted se puede comprar un vehículo mucho mejor que el *Leaf*, y estoy hablando del híbrido y aún más, el problema del vehículo eléctrico es ¿y dónde lo va a enchufar?, porque no puede usted llegar a su casa y enchufar el vehículo y ya. No, porque se requiere, de un consumo de energía muy elevado; no tenemos suficientes centros de carga. Revise en ese libro, que tiene ahí en las manos, vea por ejemplo los centros de carga que hay en Aguascalientes, si mal no recuerdo creo que eran 23 o 24 centros que decían de recarga, y cuando yo lo revisé, únicamente funcionaba el 20%, el resto no funcionaba. A lo que me pregunto ¿dónde va a cargar el vehículo? ¿dónde va a hacer la recarga? ¿tenemos la infraestructura? No, ¿se está trabajando con la infraestructura? no, y los europeos sí, los europeos incluso ya están trabajando con cargas rápidas del vehículo, ya no lentas; la lenta se tardaba entre dieciocho y veinte horas para recargar todo el vehículo, actualmente no, en cuatro horas, en Alemania, Francia, el vehículo se recarga sin ningún problema y usted puede ir en las autopistas, conocidas como *freeway*, y ya hay centros de recarga donde llega como si fuera una gasolinera, usted llega, lo recarga, mientras, come, se divierte un rato, descansa y el vehículo se está cargando, funciona similar a lo que es una gasolinera: llega, enchufa y vámonos sigue con su camino.



Lamentablemente en nuestro país no sucede eso, estoy hablando de México que es una de las economías un “poquito mejores” en América Latina, ya ni siquiera hablamos de Centroamérica y mucho menos de Sudamérica, si nosotros estamos mal, allá están peor, lamentablemente.

**GC:** Yo pensaría que estamos en un cambio de paradigma. El ir transitando hacia nuevas fuentes de energía requiere de una política fuerte, desde una perspectiva amplia de política pública que pueda impulsar las transformaciones y generar las condiciones institucionales, legales y la infraestructura necesaria, de modo que el papel que jugamos como sociedad y como consumidores tiene que ir cambiando y transitando, pero en función de que existan todas estas condiciones.

Sin embargo, a pesar de que no están dadas las condiciones, quizás ya se están dando ciertos avances. En México, estamos recibiendo a las empresas multinacionales, en especial en algunos sectores como la industria automotriz; ellas traen una política ambiental desde sus países de origen, entonces ¿qué es lo que está pasando? Yo ahí pensaría si estas empresas están aportando a un proceso de transformación y no que solo vienen aquí porque en términos económicos les conviene, por una cuestión de costo de la mano de obra.

Probablemente la presencia de estas empresas empezará a empujar la transición verde, la presencia actualmente de la instalación o el proceso futuro de instalación de *Tesla* en México, quizá ya nos dice que esa transformación se va a estar dando aquí, y sabemos que el mercado fuerte de la industria automotriz de los autos que se generan en México no se queda en México, se van, a Estados Unidos, entonces creo que su presencia también va a incidir en un proceso de desarrollo de nuevas capacidades en los recursos humanos de México, para poder hacer ese cambio, porque es un mercado que va a seguir surtiendo principalmente al país del norte. En ese sentido, a mí me gustaría que nos comentara un poco, en ese nivel de empresas, ¿cómo se ha ido dando el cambio?

Quizás en México todavía no es muy evidente, —o no lo sé, es lo que me gustaría saber— porque sabemos que muchas de las fases de la cadena de valor del sector automotriz no están en Estados Unidos, están en México, entonces en esas etapas de la cadena ¿cómo se está dando la transformación?, si es que se está dando, y si, ¿usted vislumbra que eso puede desencadenar estrategias que impacten positivamente en México? Ya en un sentido de circularidad con otro tipo de empresas, quizá no tan grandes en otras más pequeñas, ¿Qué opina?

**GM:** Estoy de acuerdo con usted, efectivamente sí se está dando esa transformación en la industria automotriz de México, no por las condiciones, no por las exigencias de la administración pública, sino porque es una condición *sine qua non*. Es decir, es una condición que traen las empresas desde su origen, porque sabemos perfectamente que no tenemos ninguna empresa automotriz de capital mexicano, por lo tanto, las estrategias de sustentabilidad de las empresas vienen de su país de origen y tratan de implementarlas en nuestro país. Es factible, se está haciendo, no al nivel que se hace en los países de origen, para nada, pero por lo menos hay existe cierta forma de pensar sobre el cuidado del medio ambiente como política de la empresa.



Le voy a poner un ejemplo sencillo que fue el que vislumbré cuando escribí ese libro, tengo la oportunidad de trabajar con la gente del Reino Unido, sobre todo en la Universidad de Derby, donde está presente mucha de la industria automotriz del Reino Unido. Tuve la oportunidad de visitar una planta de *Nissan* en Europa. La planta de *Nissan* de Reino Unido, en particular, de acuerdo a esa planta, lo que pudimos ver es que el 40% del total de la energía que utiliza la planta es energía limpia, algo muy importante que hacen ellos es reciclar la basura. Usted sabe de antemano que hay máquinas en las que la basura genera gases, pues entonces esa tecnología saca ese gas y lo convierte en electricidad como apoyo para las empresas. Bien, cuando yo tuve la oportunidad de platicar con directivos de *Nissan* Aguascalientes, la planta uno que tiene 35 años, les pregunté y de acuerdo a su página web y lo que me dijeron ellos, es que reciclan el 12%. Utilizan el 12% de energías renovables —generalmente la basura, cuando yo fui a visitar la tecnología que ellos tienen en un tiradero municipal de Aguascalientes, vi unas máquinas muy chiquitas, comparadas con las enormes máquinas que vi en Europa—.

Cuando le pregunto al directivo y le digo: “oiga ingeniero, ¿cómo es posible que habiendo tanta basura aquí en Aguascalientes, México no puedan reciclar más o reutilizar más que el 12%?”, dije: “cuando en Europa, usted tiene una planta grande, que recicla el 40% y no le cuesta nada a la empresa traer esa tecnología, y en lugar de tener un basurero en una planta chiquita, ¿por qué no genera tecnología más grande que le permita reutilizar no el 12% sino el 40% o el 50%?”; la respuesta del directivo fue: “es que nosotros estamos por encima de la norma ambiental mexicana. La norma ambiental mexicana establece que yo tengo que utilizar entre un 8% y un 9% de energía reciclable, yo tengo el 12%, estoy por encima de la norma que establece México”. Y tiene toda la razón, esas son las normas ambientales; lógico, si comparamos las normas ambientales con los europeos, nada que ver, esa norma ambiental. Ellos son más estrictos en la normatividad ambiental, en nuestros países no, precisamente por eso se vienen las empresas, ese es uno de los factores por los cuales se viene a México y el otro factor usted ya lo dijo, y tiene toda la razón, son los bajos salarios.

*Tesla* se instalará en el país no porque está nuestro señor presidente, o porque le caigan bien los mexicanos, no, para nada, va a traer esa planta porque se va a ahorrar cientos de millones de dólares diariamente, porque imagínese mientras que a un obrero de la industria automotriz en Estados Unidos se le pagan alrededor de 22 dólares por hora, en México, se le paga a un obrero máximo tres dólares. Entonces, imaginemos los costos: 22 dólares que tiene que pagar *Tesla* en su planta que tiene ubicada en Texas, contra tres dólares que le pagan en México; la diferencia de sueldos es enorme!, entonces los costos de producir un vehículo son fundamentales. Creo que aquí lo importante, desde mi particular punto de vista, va a ser, ¿dónde se van a fabricar la mayor parte de los componentes de los vehículos de *Tesla*?, ¿en México o en Estados Unidos? ¡Esa es la parte central! ¿Por qué? Porque en Europa, cuando dijeron “vamos a impulsar la producción de vehículos eléctricos”, no solamente es el vehículo, sino todas las partes que conlleva el vehículo.

Le voy a poner otro ejemplo clarísimo: en la comunidad valenciana, en España, en el municipio de Sagunto, que está pegado a Valencia, la ciudad capital, se está construyendo actualmente una planta de setenta hectáreas de tierra, donde se van a producir todas las baterías eléctricas que requerirán los vehículos ensamblados de *Volkswagen* en toda Europa. Entonces fíjese, las baterías eléctricas no las van a hacer fuera de Europa, las están haciendo en Europa, por lo tanto, pues la tecnología, todo el desarrollo, pues se queda en Europa.



En México lo más importante sería, ¿y Tesla dónde va a fabricar todos los implementos que va a necesitar? Al parecer, al menos, los industriales en Aguascalientes estaban diciendo que algunas de las empresas que están instaladas en nuestro estado, pudieran ser proveedoras de Tesla. Yo veo complicado que sean proveedores de la tecnología avanzada que tiene Tesla, pueden ser de los asientos, hacerle un volante, no sé, pero ya de circuitos u otras autopartes de ese calibre, yo lo veo complicado porque las empresas al menos en Aguascalientes, no están confeccionadas para el desarrollo de vehículos eléctricos; es mínimo el vehículo eléctrico que se está generando, y son líneas muy específicas, estamos hablando alrededor del 5 al 6% del total de una planta muy grande con las líneas de producción donde se ensamblan vehículos eléctricos.

Es muy poquita la cantidad de vehículos eléctricos que se hace en México, si mal no recuerdo, el año anterior creo que fueron quinientos o trescientos vehículos, comparados con los 4.5 millones de vehículos más o menos que se fabrican a nivel nacional, ahorita son alrededor de cuatro millones de vehículos anuales.

Entonces, el hablar de quinientos, seiscientos vehículos, pues es una cantidad irrisoria de todo lo que se fabrica, y tiene toda la razón, en México se queda máximo entre el 18% y el 20% de vehículos, el resto se va al mercado extranjero, y si usted me pregunta "¿y a dónde van?", el 80% va a parar a Estados Unidos, y si un mercado inmenso como lo es Estados Unidos, como California, nos está diciendo que ya no nos van a comprar vehículos, ¿qué vamos a hacer?. Ahí es donde entran las políticas públicas de impulso, que son las que están haciendo los europeos. Como ellos ya dijeron que para el 2035 no van a comprar un solo vehículo, ni se va a poder circular un solo vehículo en Europa que se ha movido por combustibles fósiles, pues entonces ellos ya se están preparando, están a doce años de estar preparando todo el terreno, toda la infraestructura, para que llegado el momento, ellos ya puedan decirle: "tenemos toda la infraestructura para que este cambio se dé". El cambio lo están haciendo paulatinamente, es difícil hacer un cambio sin una reconversión industrial, de la noche a la mañana, se tienen que sentar las bases para empezar a generar todo este proceso.

Me decían los investigadores de Derby, con los que yo trabajo, que Inglaterra sueña con tener el clima que tiene México, que nosotros tenemos 365 días del año de sol, cuando ellos tienen como máximo cien días al año con sol, y la radiación solar en Inglaterra, nada que ver con la radiación solar que hay en México. Estamos desaprovechando toda la energía que nos puede proporcionar el sol. Estoy acá en Torreón, Coahuila, al noroeste del país, donde la temperatura llega a los 40°, 45°, imagínese la cantidad de sol, y no le estoy hablando ni siquiera de frontera, si nos vamos más hacia Sonora, Sinaloa, la temperatura es cincuenta, cincuenta y tantos grados centígrados, todo el sol que tenemos y toda la energía solar que se pudiera aprovechar, y no lo estamos haciendo, porque no hay políticas que incentiven, no hay políticas, incluso de que se pueda invertir, de que los inversores privados lo puedan hacer, ese es el gran problema que tenemos.

Tenemos un parque eólico y un parque fotovoltaico en Aguascalientes, que no ha podido arrancar con cerca de un millón de paneles solares y no ha podido arrancar, precisamente por cuestiones administrativas federales, no le quieren dar la licencia, los permisos correspondientes, cuando ya está toda la inversión, ¿por qué? Pues simple y sencillamente



porque toda esa energía la van a utilizar las empresas, y ya no le van a pagar a la Comisión Federal de Electricidad y lógicamente el gobierno no quiere eso; ellos quieren que se le siga pagando a la Comisión Federal de Electricidad, por eso la fallida reforma eléctrica, que buscaba que la Comisión Federal de Electricidad fuera la única proveedora de energía eléctrica en México. Está parada toda esa inversión, precisamente porque carecen de los permisos federales para poder operar.

**GC:** Me parece que hay un escenario de alto riesgo, porque precisamente cuando se generan estas alternativas, la transferencia tecnológica a México no llega y entonces seguimos ocupando ese papel de dependientes de las tecnologías externas, particularmente en el sector automotriz todas las empresas de autopartes que están alrededor, *track 1, track 2, track 3*, ni siquiera son nacionales, o sea no hay manera de que se encadenen las empresas nacionales dentro de este proceso de manera importante, en fases que realmente estén aportando al desarrollo tecnológico.

Efectivamente, veo elementos aquí de política pública, pero veo también elementos relacionados con el desarrollo tecnológico, con normatividad y con la legislación, que son muy evidentes e impactan en estos sectores pero en el nivel de un esquema oligopólico, cooptado por las grandes empresas. Otra pregunta sería y la economía circular está avanzando en otros niveles, en empresas más pequeñas, ¿es viable en nuestro país la economía circular en pequeñas y medianas empresas?

**GM:** Muy buena pregunta, cuando nosotros analizamos la cadena de suministro de las empresas automotrices, lógico, la mayor parte de las empresas automotrices, las armadoras, para ser más precisos, aplican sin ningún problema la economía circular; unas en mayor o menor medida. Los principales *stakeholders*, partes interesadas o los principales proveedores de la industria automotriz. Es decir, las empresas grandes que están a un lado de ellas, también, sin problema alguno, están aplicando la economía circular, pero entramos en un terreno complicado, y ¿qué pasa con las pequeñas y medianas empresas (Mipymes) que representan el 99.8% del total de las empresas existentes en México? Las grandes empresas solamente representan el 0.2% del total de las empresas. ¿Qué pasa con la micro y pequeña empresa? Difícilmente aplican actividades de economía circular en la micro y pequeña empresa, y con esto no estoy dando a entender que ninguna lo aplica, claro que sí, hay algunas pequeñas empresas de la industria automotriz, en el caso de Aguascalientes, San Luis Potosí, o el Bajío, para ser más precisos, que efectivamente sí están aplicando este tipo de políticas, porque se lo están exigiendo las empresas automotrices, para poder formar parte de la cadena de proveeduría, se tienen que aplicar este tipo de cuestiones, porque eso conlleva a que puedan seguir trabajando, debido a las políticas establecidas por las grandes empresas, pero es una cantidad muy pequeña las que hacen esto.

También tiene que ser por parte de los investigadores, ¿qué estamos haciendo las universidades y los centros de investigación? Porque el hecho de que ya no existan fondos en CONACYT para generar tecnología en los centros de investigación, pues no debe ser, creo yo, una limitante para que nosotros como investigadores digamos: "bueno, ahora ya no hago nada", "me siento en mi sillita de confort y ya no hago nada porque ya no hay recursos en el gobierno". A lo mejor el gobierno no tiene recursos, pero sí los organismos internacionales, y creo yo que ahí es donde nosotros también tenemos que trabajar y poner cada quien el pedacito de tierra que ocupa poder trabajar en ese tipo de procesos.



El ejemplo que le quiero poner es: actualmente, yo estoy aquí en Torreón Coahuila, porque estamos trabajando en un desarrollo de predicción de la producción, de *Frigorizados La Huerta*, que está en Aguascalientes; es una de las empresas agroindustriales más importantes a nivel nacional, porque cerca del 70% de su producción va a la exportación. Creo que están en todo el país los productos de *La Huerta*, que son frigorizados, entonces ellos tienen un problema de predicción de la producción, no saben cuánto va a producir, un ejemplo es el brócoli: ellos dicen "tengo trescientas hectáreas sembradas con brócoli, ¿cuánto voy a producir?", no saben, llega una persona, el ingeniero de producción, ve la parcela, y de acuerdo al histórico, dice: "pues, más o menos, vamos a producir veinte toneladas en esta hectárea". Por lo tanto, *Frigorizados La Huerta* hace toda una planeación de congelar y producir esas verduras de veinte toneladas y, lógicamente, su personal vende veinte toneladas, pero resulta pues que no fueron veinte toneladas, sino que fueron quince, y eso "le dio en la torre" a la empresa y a su sistema de planeación, porque ella vendió veinte, y ¿cómo le va a hacer para las otras cinco que le hacen falta?, porque el ingeniero le dijo que iban a ser veinte; caso contrario, en lugar de veinte, salen veinticinco pero ella vendió veinte, entonces la empresa dice: "¿y dónde voy a colocar las otras cinco?".

La empresa lo que hacía, era dejar esas cinco toneladas en el campo, mejor triturarlas que levantarlas, porque les salía más caro levantar ese producto que dejarlo en campo, pero mi reacción con ellos fue decirles: "¿y dónde está la responsabilidad social que dice la empresa que tiene?", porque la empresa tiene un distintivo de "empresa socialmente responsable", pues ¿cómo es posible que la empresa esté triturando alimentos, cuando tenemos gente que se está muriendo por falta de alimentos?", como que no cuadra, decía "¿dónde está la responsabilidad de la empresa?", me dijeron "bueno, perfecto, y ¿dónde está la vinculación de su institución?". Vamos apoyándonos, para crear un sistema que nos permita, que ese sistema a través de un *hardware* y un *software* de tecnología, de agro tecnología, lo aplicamos al campo para que nos permita tener una mayor proyección de la producción y para que se elimine la menor cantidad posible de alimentos, pero a su vez, que se aproveche al máximo el agua, que tengamos una tecnología que vaya viendo la plantita y que nos vaya diciendo en qué momento necesita agua, en qué momento no, a través de un sistema computarizado, que permita que abra la llavecita para que vaya al agua, pero que el agua ya lleve todos los nutrientes que necesita la planta para que vaya la gotita cayendo y no que vaya el agua en el surco, porque así se consume más agua y se vaporiza.

Por lo tanto, pues vamos a ser más eficientes, que vaya la manguerita y esté el chorrillo, pero que tenga un sistema electrónico, que le permita que en el momento en que la planta diga "ya estoy en el 40% de humedad", perfecto, entonces pues incrementa la humedad, que empiece la gotita de agua, y cuando llegue al 80 o 90%, pues automáticamente el sensor le diga "apágate, ciérrate, llavecita" y ya deja de salir el agua, y ahorramos agua, ahorramos alimento y no generamos tanto dióxido de carbono a la atmósfera.

Eso es en lo que estoy, presenté el proyecto al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), ahora Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) me dijeron "no, porque el proyecto que nosotros buscamos solamente tiene que ser en papel, que usted me haga un papel", yo le dije que "cómo era posible que se gastara tanto dinero en México para que yo generara un proyecto en papel", no, le dije "yo quiero llevarlo a la empresa y generar un prototipo, real, que sirva", y me respondieron, "no, no se le puede apoyar, porque nosotros lo único que necesitamos es que usted lo diseñe en un papel".



Perfecto, como me dijeron que no, dije "¿y ahora qué hacemos si ya tenemos todo este proyecto?", muy sencillo, se lo presenté al Consejo Británico en México, me dijeron "sí, busque una universidad en Europa, de Inglaterra, que le pueda apoyar", hablé con la gente de la Universidad de Derby, generamos esa sinergia y firmamos el convenio con la Autónoma de Aguascalientes, vimos cómo podríamos trabajar, presentamos el proyecto ante el Consejo Británico en el Reino Unido, en Londres. Nos dijeron "sin problema alguno", ahí está el dinero, nos dieron 80,000 £ para desarrollar el proyecto, pero el proyecto es de carácter social. Es decir, que no es solamente para la empresa *La Huerta*, es para cualquier empresa agroindustrial que solicite esa agrotecnología. Estamos trabajando en la empresa para poner en práctica todo el proyecto, ya estamos montando todo el prototipo, porque nuestra idea es que en el segundo semestre de este año ya este ese prototipo en la tierra, en el campo, estarlo checando, estarlo monitoreando, para ir haciendo todos los ajustes pertinentes.

En ese proceso, desde mi punto de vista, el aporte que nosotros estamos haciendo en esa parte de economía circular y mejorar el medio ambiente, desde el punto de vista de la academia, todos los investigadores tenemos la obligación, social, de retribuirle a la sociedad, lo que nos está dando, y creo que una parte de eso es que si aquí no hay recursos, buscar en el extranjero, "ah sí, pero los europeos te exigen mucho", pues es que nadie te va a dar el dinero por tu linda cara, o sea, tú tienes que crear un compromiso, tienes que hacer esto, pero al hacerlo, estás trabajando precisamente desde tu particular punto de vista, y desde el terreno que a ti te toca apoyar para mejorar cada una de las fases del procedimiento.

**GC:** Me parece muy interesante esto que está usted trabajando, en un sector diferente, donde como bien señala, también el tema de ahorro de agua es un esquema de economía circular, me parece que esta propuesta que comenta, está cerca de lo que se denomina agricultura de precisión. Están ustedes, dosificando agua, para que se pueda hacer más eficiente todo el proceso, aunque a pesar de la planeación, finalmente, puede darse algún excedente de producción, en ese caso ¿tienen alguna otra alternativa como fortalecer los mercados locales?, ¿qué es lo que han pensado en esta segunda fase?, como primera pregunta, y la segunda sería: entiendo que cuando ustedes desarrollen este prototipo lo puede utilizar *La Huerta* y lo puede adquirir cualquier otro tipo de agricultor, usted lo está pensando así ¿tienen una patente cómo lo van a trabajar?

**GM:** Dando respuesta a su pregunta, déjeme decirle que nosotros inicialmente, teníamos pensado hacer ese prototipo en el distrito automotriz. Platicamos con *Nissan*, les pareció buena idea, de que lo implementáramos en la industria automotriz, pero cuando enlistamos todos los permisos que había que solicitar, era un relajo en grande, porque había que hablarle al director en México, luego al de América Latina, luego al de Estados Unidos, y luego ese iba a verlo con Japón. Era un problema tomar una decisión de decirnos "sí o no". En el momento que vimos todo este proceso, dije "no, si esto es nada más para decirles si entramos o no entramos, cuando ellos no van a poner el dinero, pues ahora, ¿qué pasa cuando tengamos que tomar alguna otra decisión?".



Entonces, dijimos “no, mejor vamos a usar una empresa más pequeña, que nos permita tomar decisiones rápidas”, y *La Huerta* es una empresa familiar, entonces, por lo que dijimos “pues, vámonos ahí”.

Dando respuesta a su primera pregunta acerca del excedente de los alimentos, sí, se ha pensado en eso, incluso se está trabajando para que se generen y se apoyen los bancos de alimentos que existen en Aguascalientes y que por ahora van en dos secciones que son fundamentales: el banco de alimentos, se va para *Cáritas*, que es esta asociación en el cual ellos distribuyen a la gente de escasos recursos, y el otro proyecto que traemos es, que *La Huerta* le dé directamente los alimentos a los asilos de los ancianos, para que esto pudiera también apoyar a la gente de mayor edad, que creemos que las verduras le pueden ayudar mucho en ese aspecto, y el tercer punto que estamos pensando son los migrantes, lamentablemente o afortunadamente, según el punto de vista que se quiera ver, cada vez son menos en Aguascalientes, pero sí hay un centro, de migrantes, donde pudiera también apoyarse a las personas para que pudieran trabajar de esta manera.

Referente a su segunda pregunta, ¿se puede vender la tecnología? No. La tecnología no se puede vender, porque el Consejo Británico nos aportó ese dinero y el proyecto tiene un carácter social, es decir, que la tecnología esté a disposición de cualquier agricultor a nivel nacional que así lo requiera, es decir, yo no voy a llegar y darle el *software* y el *hardware*, no, yo voy a decir cómo hacerlo, porque yo no se lo digo. Yo te puedo ayudar y lo integramos: tú compras las partecitas, te ayudo a integrarlo y ahí está, lo que sí te voy a ayudar es a capacitarte en el uso de la agrotecnología. Eso es en lo que la universidad, sí pudiera hacer un cobro, de la capacitación, mas no la venta de la tecnología, porque no se puede vender la tecnología, por el carácter social del proyecto con el cual nos apoyó el Consejo Británico.

Respecto a la propiedad intelectual, la propiedad intelectual, se va a generar la patente y esa propiedad intelectual le va a pertenecer tanto a la Universidad de Derby, como a la Universidad Autónoma de Aguascalientes; ambas instituciones van a ser poseedoras de la patente, pero nuevamente la patente no se puede vender, la patente es simplemente para proteger los derechos de la propiedad intelectual, y que no sean empresas privadas las que quieran lucrar con todo este apoyo económico que nos han dado.

Le digo, estamos desde el 2017 con este proyecto, estamos en la segunda fase, y lógicamente ha sido un trabajo arduo, pero creemos que estamos ya en la etapa final, en la cual, la empresa ya está viendo resultados del trabajo estamos haciendo, y con el prototipo, pretendemos hacer los ajustes pertinentes para que empecemos con todos los trámites de la patente, mientras vamos mejorando el prototipo y que eso nos permita ya buscar ahora a otro empresario más chiquito, para empezar a implementar la agrotecnología, y que empiecen a ver ellos ya estos resultados. Y nuevamente, cuidando el agua, porque en Aguascalientes nada más el nombre tenemos, porque cada vez hay menos agua, entonces buscando la optimización del agua en la agricultura, porque acuérdesese, si vemos los datos de la ONU, prácticamente más del 50%, alrededor del 60% del total del agua dulce, se utiliza para la agricultura. Entonces, por lo tanto, creemos que esta es una manera de trabajar con la economía circular, pero no solamente eso, sino también enseñar, capacitar y educar a los productores, para que la parte de los productos que ellos recogen, los alimentos, también les sirve como abono en campo.



Es decir, si yo estoy produciendo, cebollas, pues me puedo comer toda la cebolla, pero toda la colitate la cebolla la puedo utilizar y se puede regenerar la tierra, entonces tenemos que trabajar hasta en ese sentido.

Usted dirá: pero, pues ¿que no soy yo investigador del Centro de Ciencias Económicas?, sí, yo soy mercadólogo, y usted se preguntará, “¿y qué anda haciendo un mercadólogo con agrotecnología?”. Afortunadamente, la actualidad nos indica que los proyectos de investigación que tienen que hacerse a nivel mundial, tienen que ser proyectos multidisciplinarios. Tengo que saber yo no estoy haciendo todo, yo estoy aportando en la parte matemática, y estoy viendo el negocio, como tal, y la responsabilidad que tiene, y estoy viendo todo el *marketing* de imagen de la empresa, pero también tengo que aprender, para diseñar todo eso, yo tengo que aprender de agronomía, tengo al agrónomo, pero para poder trabajar, el agrónomo me tuvo que explicar cómo funciona la plantita, cómo crece, para yo entender y poder hacer una agrotecnología. El agrónomo, no me entendía a mí como mercadólogo, había que explicarle a él, él me explicaba, yo le explicaba para entendernos, pero lo peor estaba con el ingeniero y con el doctor que tenemos en electrónica, porque él hablaba su idioma y yo decía “Dios santo, y ¿de qué me está hablando?”, de chips y no sé qué, a ver pues entonces, explícalo más sencillo, para entendernos todos, y que esas cinco o seis personas que estamos trabajando, de diferentes áreas todos, podamos unir nuestros conocimientos para generar un producto de calidad.

Ahorita estoy con un doctor en matemáticas y física, que estamos trabajando en toda esta parte matemática de los componentes, y cómo armarlo. Eso nos conlleva a que ahora tenemos que trabajar de esa manera, para que cada quien, desde su área, porque los temas de economía circular son transversales, nos afecta a todos. Es un tema transversal, el hecho de que yo hable del agua, el agua no solamente lo tiene que trabajar la gente, no sé, los ingenieros, es un tema transversal, que a todos nos va a afectar y todos desde nuestro punto de vista, nuestra área, lo podemos trabajar. Igual el reciclaje de los materiales, no solamente es una cuestión de costos, o una cuestión de ingeniería, o de diseño, es una cuestión que nos atañe a todos, sí, ese reciclaje. Sin temas transversales, que tienen que ser tocados y analizados por diferentes áreas que nos permitan integrar ese conocimiento, para la mejora de la sociedad.

Y, por último, su pregunta, efectivamente, cualquier agricultor que nos lo pida, va a tener la posibilidad de disponer de la tecnología y de todo este proceso. Por eso digo que, al tener la patente, sin ningún problema, él compra los componentes, nosotros le armamos el *hardware* y el *software*, le decimos “aquí está, te decimos, te capacitamos cómo utilizar esa tecnología”, para que entonces ahora el campo se tecnifique, y tratamos de reducir, desde nuestro particular punto de vista, un poco, mitigar todo este proceso de la sustentabilidad, aplicando economía circular.

**GC:** Muy interesante todo esto. Hemos visto que, por un lado, el papel del científico en México es clave, para poder generar este tipo de desarrollos, dado que los países que tienen la tecnología, no la transfieren fácilmente; por otro lado, efectivamente, se ha demostrado que en los países que tienen una norma un poco más estricta y dura, hay un mayor cumplimiento, que lo que está pasando en los países donde la norma es laxa, y ahí me recordaba, que en el año 1993, hice yo una entrevista al Dr. Francisco Giner de los Ríos, que en ese entonces era, subsecretario en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).



Me acuerdo que él mencionaba que habían establecido un incremento en la Norma Mexicana NMX-AA-102, para regular la calidad del agua, elevaron los estándares de esa norma, y eso empezó a generar, entre los grupos empresariales, un problema, porque fueron muy pocos los que alcanzaron a cubrir esos estándares, mencionó que “tres años después, nos tuvimos que ir para atrás en la norma, o sea, reducir los criterios de exigencia, porque la mayoría no lo cumplía”.

Aquí hay un tema también, ¿qué está pasando?, me está llevando hacia la pregunta que le voy a hacer: ¿cuáles son las barreras internas de las empresas cuando se establecen cierto tipo de normas?, pensemos que si se diera esa conjunción de la participación del sector científico para el desarrollo tecnológico y surgieran los incentivos de política pública —que vemos que aquí son muy limitados—, ¿cómo responderían las empresas? ¿cuáles son sus mayores limitaciones internas y cuáles los principales retos que cubrir para que puedan seguir avanzando? Porque también me ha tocado ver empresas, que aún sin existir estas condiciones, están intentando tratar de eficientar a partir del reciclaje, de la remanufactura, de la recuperación; ellos lo tratan de hacer en este escenario adverso, que no se parece a la Unión Europea, pero también, hay ciertas resistencias y ciertos retos, ¿cuáles serían los principales elementos, internos, en las organizaciones, que pudieran limitar, o al contrario, facilitar esa transición hacia una visión más circular?

**GM:** Considero que la principal limitante son los costos, que conlleva la aplicación de las actividades de economía circular; son costos muy elevados. Si las empresas, las pymes, batallan para sacar la nómina de la semana, pues imagínese decirles “ahora vamos a generar un costo adicional”. Creo yo, que las políticas que se aplican, si no van acompañadas de incentivos fiscales, pues las políticas no sirven de nada.

El ejemplo que usted acaba de poner es clarísimo: cómo esa norma tuvo que echarse para atrás, porque la mayoría de los empresarios pues no la estaban cumpliendo, y si no se cumple, pues ¿qué va a pasar?, y más si el gobierno dice “pues cerremos las empresas que no cumplen”, y ¿qué vas a hacer con la economía del país? Cuando nuevamente, el 99.8% del total de las empresas en México son Mipymes, nada más el 0.2% son grandes empresas, creo yo, que el principal reto son los costos, tiene que venir acompañado de un plan de incentivos, hacia la empresa, que es lo que ha hecho Europa. No estamos descubriendo el hilo negro, eso es lo que están haciendo los chinos, aún cuando dicen que es un país comunista, en una clase élite de grandes inversores chinos, y que son millonarios los chinos, y dicen “no, ¿pues qué no es un país comunista?”, pero tiene una economía híbrida, y ahí hay una clase que está surgiendo, muy fuerte en China, de poderosos inversores que están haciendo eso.

Tenemos que trabajar, por un lado, los costos; segundo, capacitación del personal. No hay mucha capacitación del personal en las pequeñas empresas, entonces, creo yo, que ahí es donde hace falta la conexión, desde mi óptica, la famosa triple hélice: empresa, gobierno, universidad. Estamos fallando, estamos fallando muchísimo, las universidades públicas, en la vinculación con el sector productivo y tenemos que involucrarnos más, en proyectos que requieren la empresa y la sociedad, y más en proyectos de los investigadores de manera personal. Con esto no estoy diciendo que no sean importantes los proyectos de investigación de los investigadores, pero posiblemente no sea tan importante en este momento, desde mi particular punto de vista, analizar por qué los patos vuelan en bandada, y vuelan en cruz,



Que vislumbrar ¿cómo resolvemos la problemática del agua? Creo yo que ahorita, socialmente, es más importante que enfoquemos los esfuerzos y los recursos que tenemos en proponer alternativas de solución de ese problema social, a que se investigue y gaste tiempo y recursos, en saber por qué los patos vuelan de bandada, no estoy diciendo que no es importante. Claro que puede ser importante, desde el punto de vista de la ciencia, pero también tenemos una necesidad social, y ahí es donde creo que estamos fallando las instituciones, los investigadores, en hacer esa conexión de la vinculación, lo que requiere la empresa, lo que requiere la sociedad, para que entonces nosotros, como investigadores, tratemos de apoyar a ese sector tan importante.

Es donde entra la capacitación, porque muchos de los empresarios van creciendo en su empresita, pero la quieren seguir manejando igual, y no es factible, si cambia la empresa, debe de cambiar la forma de gestionarla, y el empresario quiere seguir gestionando su empresa como cuando inició con dos, tres personas, su familia, y ahora que tiene veinte o treinta empleados, pues no es posible seguir trabajando igual. Estoy convencido que tiene que haber cambio de mentalidad y, sobre todo, hacer conciencia de la importancia que representan las cuestiones medioambientales y de sustentabilidad, porque nos afecta a todos, el hecho de que yo tire el agua, no significa que diga: "ah, pues que al cabo yo la pago", es que no se trata del pago del agua, el problema es que no hay el líquido suficiente.

Le voy a poner un ejemplo. En nuestro estado, está la discusión muy fuerte acerca del agua porque nosotros tenemos en la capital del estado de Aguascalientes, alrededor del 70% del total de la población, unas ochocientas mil personas, que vivimos en la capital y yano hay agua suficiente, en los pozos se está sacando agua a 400 metros de profundidad, el aguaya no es potable porque trae muchísimos químicos, que la hacen totalmente inviable. Tenemos una concesionaria particular, una empresa particular, *Veolia*, que era la que gestionaba el agua, lógicamente, pues hacían cobros muy altos, el debate, en este momento es político y social, está en que si el municipio es el que va, ahora a gestionar el agua, o una empresa, híbrida, entre inversión pública y el municipio, cuando ahorita lo importante no es quién va a gestionar el agua, sino es el estrés hídrico que tiene Aguascalientes, al igual que muchos estados, y ahí está el caso típico de Monterrey en el estado de Nuevo León, donde no tienen agua y hubo un problema serio.

Aquí con nosotros, cada vez hay menos agua, entonces el problema no estriba en quién va a gestionar el agua, sino cómo tenemos que atacar la problemática del estrés hídrico que tiene la sociedad, y lamentablemente o afortunadamente, tenemos mucha industria automotriz, que es altamente consumidora de agua potable, ¿qué tenemos que hacer para que las empresas de la industria automotriz reutilicen sus aguas? Hay una ley en Aguascalientes, sí, la ley establece que todas las empresas automotrices tienen que tener su planta tratadora, y las tienen las plantas tratadoras, pero el problema es, que la tratan el agua, y mucha de esa agua tiene que irse al río, las aguas negras que salen de la ciudad se tratan en Aguascalientes.

En Aguascalientes tenemos una planta tratadora impresionante, pero la tratamos y la volvemos a echar al río, cuando, creo yo, que no, que tenemos que cambiar y decir "si ya trataste esa agua, no es apta para el consumo humano, pero sí la puedes utilizar para la pintura, para los coches, para tal", qué sé yo, o sea, pero tenemos que buscar esas maneras, y ahí es donde se tiene que centrar el debate y buscar las maneras, las formas de cómo hacerlo, ya quién lo gestione, me parece que eso es secundario.



otro caso son los lugares donde hay para que nos laven el coche, imagínese la enorme cantidad de agua que se llevan para lavar su coche, cuando ya hay una espuma, que usted le pone la espuma y se limpia el coche, pero entonces, creo yo, que eso ya debería ir al debate.

Para las empresas, hace falta, desde mi punto de vista, una estrecha vinculación empresa, gobierno, y universidad, en la cual nos integremos los tres y tratemos de aportar, cada quien desde su área, alternativas de solución para este tipo de problemáticas centrales. Y lógico, si estamos hablando del cuidado del agua, cabría suponerse que la universidad debe ser la primera en cuidar y ser sustentable, al igual que la administración pública, se supone que nosotros debemos ser los primeros en poner la muestra, que hace falta eso, esa conexión, para que entonces la empresas pueda ser redituable, porque me decía un empresario: "pues es que si yo no le veo ganancias, pues ¿para qué lo hago?", y tienen toda la razón, pues ellos buscan, como empresa, multiplicar su inversión que hacen, dijo: "entonces a mí no me queda claro, tengo claros los costos que necesito para esa tecnología que tú me dices, pero, ¿y cuándo voy a recuperar esa inversión?, y segundo, no tengo el dinero, ¿quién me lo va a prestar?".

Entramos en otra polémica, porque usted dice "bueno, pues vamos a la banca comercial", y ¿cuánto te va a cobrar de interés la banca comercial?, entonces el empresario dice "no, no me meto en esos problemas, voy a perder hasta la empresa", tenemos un sistema de financiamiento gubernamental, que vaya específicamente relacionado a la adquisición de este tipo de maquinaria, de tecnología, que facilite con tasas que sean, preferenciales para los empresarios. Y le digo, no estoy descubriendo el hilo negro. Es lo que están haciendo los chinos, es lo que están haciendo los japoneses, es lo que están haciendo los europeos, incluso, es lo que están haciendo los *gringos*.

**GC:** Estoy totalmente de acuerdo, incluso nos faltaría quizás una cuarta hélice, que es el papel de gente como parte de la sociedad, que esa conciencia social, la academia, la investigación, se unan al gobierno y a las empresas, para generar una propuesta, que como consumidores seamos sensibles y receptivos a caminar en concordancia. Creo que nos ha dado una información bien interesante de dos sectores que usted conoce a profundidad, no sé si Angel Wilhelm tuviera alguna pregunta.

**Angel Wilhelm Vázquez:** Muy interesante y pertinente lo que comenta el doctor Maldonado. Lo que veo es que usted es muy insistente, en el tema de la capacitación. Dado que está abordando dos sectores que, si bien requieren cierta especialización, pensando también para los lectores de la revista *Administración y Organizaciones* quienes nos leen en otros países hispanoamericanos, por ejemplo, en Colombia, Perú, Argentina y en otras partes de México, ¿Qué características debería tener esa capacitación del personal? Sobre todo a partir de los desafíos que usted está planteando. ¿Dónde colocar el acento, para esta capacitación que viene en los tecnológicos o las universidades?



**GM:** Creo que la capacitación debe estribar en las áreas administrativas, porque lógicamente, el empresario es experto en hacer el producto, es el área de gestión y finanzas, porque no están muy acostumbrados. Al menos los estudios que hemos hecho, no solamente en México, sino también en América Latina, de las Mipymes, es que muchos de los empresarios toman el dinero, pero no llevan un control financiero de lo que entra, con lo que sale. Por lo tanto, entra un poquito más dinero a la empresa y de ahí se paga el coche, la casa, el colegio de los niños, vacaciones, colegiaturas, pero entonces no llevan un adecuado, registro de decir "entró un peso, estás gastando uno veinte, no es factible financieramente, la empresa va a terminar". Creo que la capacitación financiera es fundamental.

Decir: "si tienes un peso, pues de este peso, veinte centavos los tienes que reinvertir en tu empresa, reinviértelo, porque de lo contrario, se va a acabar tu empresa, porque puede ser que, en este momento, tienes ventas, pero no todos los meses las ventas son las mismas, va a haber meses de ventas buenas y meses de ventas malas, y hay que tener la capacidad financiera para los períodos de ventas bajas, financieramente hablando. Creo yo, que esa capacitación financiera es muy sencilla, y no hay que ser financiero, basta con elaborar un Excel donde le podamos decir "ve los ingresos y ve tus egresos", y tan simple, de llevar ese registro. Y segundo, la gestión. ¿Cómo gestionar al personal, o cómo delegar a las personas para que vayan haciendo su función?, porque generalmente el dueño es el gerente general, el gerente de compras, el gerente de ventas, es todo, o está la familia. Tenemos que acostumbrarnos a delegar, para que eso permita entonces que la persona, que el dueño, se dedique más a cuestiones estratégicas que a cuestiones operativas, que las operativas las vea otra persona, y que él o ella se dedique a ver todo esto.

Platiqué con uno de ellos, mi hija trabaja en una empresa familiar, es una empresa transportista, creo que tiene como setenta u ochenta tráileres, ya no es tan pequeño, la inversión es enorme, el tener ochenta tráileres no es nada sencillo, tienen un convenio con *Lala* donde le llevan, le transportan toda la leche. Cuando yo hablé con el dueño, le decía: "es que usted debe dedicarse a cuestiones estratégicas, deje lo operativo a esta persona, que sea quien mueva los tráileres"; "no, es que si yo no lo hago, esto no sale bien"; "discúlpeme, pero no, ¿qué va a pasar el día de mañana en que usted no esté?, ¿qué va a pasar con la empresa?, tiene un hijo ahí", decía: "es que al hijo no le está dando oportunidad que tome decisiones"; "es que él no sabe"; pero, "muy bien, y entonces no está pensando la sucesión de la empresa"; "¿qué es esa palabra?". Fíjese, ni siquiera me entendió, la sucesión, cuando es un tema prioritario, porque si algo tenemos seguro es la muerte, entonces si no capacitamos a la familia, al hijo, para que vaya tomando decisiones, ¿en qué momento las va a tomar?

Cuando no está el empresario, pues tenemos muchos casos de empresas que han fracasado, que han muerto, se murió la cabeza, y ¡adiós empresa!, ¡y adiós emporio, de tantos años de sacrificio, de tener ese patrimonio!, se acabaron los patrimonios, por la no sucesión empresarial, y eso es gestión. Dedícate a cuestiones estratégicas y deja lo operativo en manos de otras personas, para que veas estratégicamente, dónde tienes que ver con tus tráileres, que veas convenios o empresas, qué sé yo, y deja la otra parte. Generalmente, es muy difícil que la persona entienda todo ese proceso, pero, creo que insistiéndole y mostrándole números, pudiera ser factible. Esas serían las áreas en las cuales se tenía que capacitar, y para eso no es cualquier maestro que dé clases de finanzas, no, tiene que tener una capacitación, porque hay que saber entender al empresario y hablarle en su lenguaje, para que entienda este proceso, y lo más importante, acompañarlo, para que vaya teniendo los resultados y que eso le permita que el día de mañana que le soltemos la mano, él ya lleva un camino recorrido.



**AW:** Para cerrar la entrevista, agradeciendo de antemano su tiempo, ¿Qué mensaje le quisiera transmitir a nuestros lectores?; A quienes están interesados en temas de organizaciones, de administración y que algunos de ellos son estudiantes de licenciatura o posgrado.

**GM:** Les diría a todos los jóvenes y a los investigadores, que las limitantes nos las ponemos nosotros, las limitantes están aquí en la cabeza. Nuestro cerebro es igualito que el europeo, que el francés, que el inglés, que el alemán, que el chino, ¡es igualito!, ni ellos tienen más neuronas, ni nosotros menos neuronas, ¡no!, es igual. Por lo tanto, tenemos la misma capacidad para poder desarrollar tecnología. ¿Qué es lo que falta?, que nosotros mismos nos quitemos esta limitante de aquí, y el hecho de que el "no" lo tienes, pero hay centros de apoyo que te pueden ayudar para los recursos. Al menos eso es lo que yo estoy intentando hacer con mis alumnos de maestría, de doctorado, donde los estamos enviando a Europa. Para que cambie su mentalidad y decirle "tú puedes y tienes el potencial para llegar hasta donde tú quieras, las limitantes tú las tienes", y si el gobierno no nos apoya, pues no nos sentemos y digamos: "es que no me apoya", hay organismos internacionales que te pueden apoyar, "pero entonces ¿qué tengo que hacer?", pues prepárate para lograr tus objetivos y tus metas, y desde tu metro cuadrado de tierra, pues trata de hacer y de trabajar en lo que a ti te corresponde, para que vayas trabajando y dándole una pequeña o una solución, desde tu punto de vista, a los problemas sociales que nosotros tenemos.

El segundo punto que es fundamental para los jóvenes, es el idioma inglés, es fundamental, capacitarnos en el idioma, porque es el idioma de los negocios. En el cual nos podemos comunicar todo mundo, y a veces salen muy buenas becas, y muy buenas oportunidades, para trabajar, para irse al extranjero, para conocer el extranjero, para trabajar en proyectos del extranjero, pero, lamentablemente, no podemos nosotros incursionar por el problema del idioma inglés; me estoy refiriendo a la América Latina, cuando sí lo hacen y lo están haciendo los asiáticos. Ojalá alguno de los chicos o chicas que lean esta entrevista escucharan hablar inglés a un asiático, hablan un inglés que, a veces dice uno, y para poderlo entender le tiene que decir uno "pues vuélvelo a repetir" y estar uno muy atento a lo que dice, porque su inglés no es muy bueno y en nuestro continente, lamentablemente, también no hablamos mucho inglés. Hay que perder ese miedo e irnos a jugar a las grandes ligas, pero tenemos que capacitarnos para poder lograr estos objetivos.

**AW:** Qué interesante, muchas gracias, doctor, gran cierre, interesante y pertinente lo que nos está aleccionando.



**GC:** Quiero agradecer al doctor Maldonado por esta entrevista, me pareció muy interesante la experiencia que él tiene directamente con empresas, este intercambio académico, la revisión detallada y profunda que se ve ha hecho en cuanto a las normativas en otros países, y yo le agradezco mucho creo que nos va a permitir lucirnos con un investigador de su nivel, en este número 50 de la revista en nuestro aniversario cincuenta, muchas gracias.

**GM:** Gracias a ustedes por la oportunidad de poder compartir parte de lo poquito que yo sé. Incluso, para cerrar, les decía que trabajo con ingleses, pero son mexicanos que están allá y en las investigaciones decíamos: "y, ¿qué puedo hacer yo por mi país que estoy lejos?", pues vamos generando tecnología y apoya a tu gente, y hay muchos mexicanos muy buenos en muchas partes del mundo; entonces, pues apoyémonos para sacar y tratar de hacer algo por nuestro país, independientemente de las autoridades, haz algo por tu país. Gracias.





Como citar:

Carrillo, G. y Vázquez, A. (2023). ¡Haz algo por tu país! Sustentabilidad y crecimiento en las pymes. Una charla con Gonzalo Maldonado. *Administración y organizaciones* 26(50).



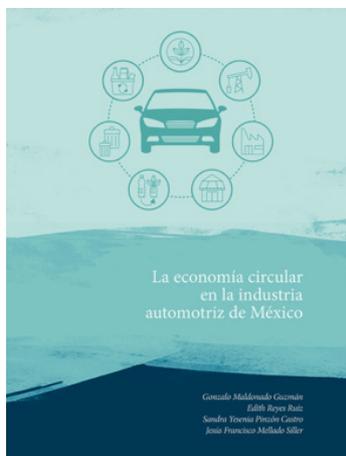
Administración y Organizaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Inter-nacional License.

## La economía circular: una práctica de apoyo a la protección del medio ambiente

*The circular economy: a practice to support of environmental protection*

Yadira María Teresa Cuéllar Miranda<sup>1</sup>

Recibido 15 de marzo de 2023. Aceptado el 27 de marzo de 2023



Maldonado Guzmán, G., Reyes Ruiz, E., Pinzón Castro, S. Y. y Mellado Siller, J. F. (2021), La economía circular en la industria automotriz de México, Universidad Autónoma de Aguascalientes. <https://libros.uaa.mx/index.php/uaa/catalog/view/139/132/647>

El entorno medioambiental y social donde se desarrollan las actividades productivas de las empresas manufactureras, específicamente de la industria automotriz, ha sido impactado de manera negativa ya que generan residuos industriales y emisiones de gases de efecto invernadero que contaminan los mantos freáticos, hasta desaparecerlos, pues la explotación desmedida de los recursos no renovables contribuye al cambio climático y afecta a las comunidades cercanas a estas industrias, transformando su dinámica social, económica y medioambiental, un problema que también repercute en los costos de producción y en la cadena de proveeduría integrada por las ya mencionadas empresas manufactureras y por las ensambladoras de vehículos.

Frente a ese panorama, se observa el siguiente planteamiento: desde la injerencia nacional e internacional, organismos gubernamentales y grupos ambientalistas han presionado fuertemente a las plantas productivas para que éstas implementen estrategias que modifiquen los modos de producción en beneficio del entorno medioambiental y del desarrollo económico

.....  
<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes. Estudiante de posgrado. [yadiracuellarm@gmail.com](mailto:yadiracuellarm@gmail.com) ORCID. <https://orcid.org/0000-0003-3025-3589>

y social. Es así que en los últimos veinte años se apostará por un desarrollo sustentable de los negocios, los cuales irán adoptando la economía circular, una práctica en favor del medio ambiente y de las empresas, pero también un paradigma de la literatura científica, convirtiéndose entonces en un constructo que es analizado por investigadores de las áreas económicas y empresariales a nivel global, pues la industria automotriz funciona conforme a los estrechos lazos que se van formando con otros países del orbe, siendo México un importante eslabón de ese circuito industrial.

Partiendo de lo anterior, tenemos este necesario trabajo editorial colaborativo, *La economía circular en la industria automotriz de México*, en el que se expone el comportamiento que ha tenido la implementación de la economía circular en una de las industrias que más presencia económica tiene en el país, eso por una parte, y por otra “la relación que tiene el concepto de economía circular con las actividades empresariales y con la sustentabilidad aún no está muy clara (Geissdoerfer *et al.*, 2017)” (Maldonado *et al.*, p. 13). Así, este objeto de estudio es desarrollado por los investigadores Gonzalo Maldonado Guzmán, Edith Reyes Ruiz, Sandra Yesenia Pinzón Castro y Jesús Francisco Mellado Siller, quienes ubican al lector en diferentes puntos geográficos del país determinados por sus sistemas económicos, naturales, sociales, políticos, pero también por sus prácticas industriales inherentes a los modelos empresariales, los cuales han adoptado un compromiso con el medio ambiente al elaborar ecoproductos que sean mejor aceptados por los clientes y consumidores, generando con ello diversas ventajas competitivas y un mayor nivel de rendimiento empresarial (Maldonado *et al.*, 2021).

Con base en un nutrido marco teórico, los apartados que conforman este libro: “Definición de la economía circular”, “Fases de la economía circular”, “Implementación de la economía circular”, “La cadena de suministro en la economía circular”, “El desarrollo sustentable en la economía circular”, “La economía circular en la industria automotriz de México”, “La economía circular en las principales empresas de la industria automotriz”, exponen teórica y empíricamente evidencia de las prácticas de este constructo, al mismo tiempo que sus autores (Maldonado *et al.*, 2021) discuten la conceptualización de la economía circular a través de diversas propuestas de análisis y campos disciplinarios, tales como la teoría del nacimiento de las empresas (McDonough y Braungart, 2002), teoría de las leyes de la ecología (Commoner, 1971), teoría de la economía lineal y el rendimiento (Stahel, 2010), diseño regenerativo (Lyle, 1994), ecología industrial (Graedel y Allenby, 1995), biometría (Benyus, 2002) y la economía no lineal (Pauli, 2010), que desde los años setenta han contribuido en la comprensión y teorización de la economía circular, entendida bajo estos términos:

La economía circular generalmente describe la fuerte influencia de los recursos naturales en los sistemas de producción de las organizaciones a través, principalmente, de la proveeduría de las materias primas y materiales para la elaboración de productos, así como la generación de los residuos derivados del proceso de producción, lo cual se contrapone prácticamente con las características de los sistemas económicos contemporáneos que describen a la economía lineal como hacer, comprar y tirar. Este tipo de economía está presente en la mayoría de las empresas manufactureras (Geissdoerfer *et al.*, 2017). (Maldonado *et al.*, 2021, p. 23)

A manera de introducción, o como una invitación a la lectura de este arduo trabajo, cada uno de los apartados se enlaza coherentemente, lo que ayuda al lector al entendimiento de la economía circular siguiendo el orden que dicta la exposición de la información recabada, siendo ésta una aportación relevante para la literatura científica. Para lograr este orden de ideas, los autores hicieron uso de una metodología basada en una encuesta que incluyó preguntas cualitativas y cuantitativas, y que fue estructurada de la siguiente manera: 1) Perfil del ejecutivo, 2) Perfil de la organización, y 3) Economía circular. A su vez, consideraron pertinente el cálculo del tamaño de la muestra tomando un error muestral máximo de estimación de 0.04 puntos con un nivel de confianza del 95%, y definieron el tamaño de las empresas manufactureras de la industria automotriz considerando el sector y el número de empleados, lo que generó tres grupos: pequeñas, medianas y grandes. Por lo tanto, el diseño de la muestra se fundamentó en el muestreo estratificado para poblaciones finitas (Maldonado *et al.*, 2021).

Con ese modelo metodológico, los autores logran exponer datos estadísticos descriptivos más relevantes, esto con el fin de que el lector tenga un panorama general de la muestra de las empresas manufactureras de la industria automotriz del país utilizada, ya que le permitirá conocer las características principales de aquellas empresas y también de los gerentes de las mismas.

Ofrecer un amplio panorama de la industria automotriz mexicana, con el fin de explicar la sucesión de un fenómeno económico y social como lo es el impacto del cambio climático, inherente al ser humano habitante de este planeta, radica en el interés de los investigadores de reflexionar y coadyuvar en la generación de nuevo conocimiento en el ámbito académico, pero también tener presencia en las organizaciones económicas de la industria automotriz, pues el análisis de la economía circular permite ofrecer posibles respuestas de un tema latente: la sustentabilidad como una acción obligada en los procesos industriales y humanos.

Las conclusiones con las que cierra esta robusta investigación se asoman a otros ámbitos, como el legal, pues no hay una normatividad que obligue a las empresas a adoptar el modelo de la economía circular en México, sin embargo, los resultados sugieren que algunas sí lo hacen, mientras que otras continúan con prácticas tradicionales. Al respecto, los autores de *La economía circular en la industria automotriz de México* anotan que la definición de la economía circular se basa en el trabajo realizado por Stahel y Reday (1976), “quienes describieron a la tierra como un sistema circular con una capacidad de asimilación limitada, en la cual la economía y el medio ambiente pueden coexistir de manera equilibrada” (Maldonado *et al.*, 2021, p. 24). En ese sentido, la práctica de la economía circular puede lograr el equilibrio entre las prácticas humanas y las prácticas industriales.



Como citar:

Cuéllar, Y. La economía circular en la industria automotriz de México. *Administración y organizaciones* 26(50).



Administración y Organizaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional License.