

Scientia et PRAXIS

Vol. 03. No.06. Jul-Dic (2023): 1-19

<https://doi.org/10.55965/setp.3.06.a1>

eISSN: 2954-4041

Los Efectos de la Innovación Abierta en la Eco-innovación y el Rendimiento Empresarial en las Empresas Manufactureras de México

Open Innovation Effects in Eco-innovation and Business Performance in Mexican Manufacturing Firms

Sandra Yesenia Pinzón-Castro. ORCID [0000-0002-0463-1008](https://orcid.org/0000-0002-0463-1008)

Centro de Ciencias Económicas y Administrativas

Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)

Aguascalientes, México

e-mail: yesenia.pinzon@edu.uaa.mx

Gonzalo Maldonado-Guzmán. ORCID [0000-0001-8814-6415](https://orcid.org/0000-0001-8814-6415)

Centro de Ciencias Económicas y Administrativas

Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA),

Aguascalientes, México

e-mail: gonzalo.maldonado@edu.uaa.mx

Palabras Clave: Innovación Abierta, Eco-innovación, Rendimiento Empresarial, Empresas Manufactureras.

Keywords: Open Innovation, Eco-innovation, Business Performance, Manufacturing Firms.

Recibido: 20-May-2023; **Aceptado:** 28-Ago-2023

RESUMEN

Contexto. Los problemas globales de la degradación del medioambiente y el cambio climático están orillando a las organizaciones a la adopción y aplicación de nuevas estrategias de producción, con la finalidad de mejorar sus actividades de innovación. De entre las distintas estrategias empresariales que se han propuesto recientemente en la literatura, sobresalen la innovación abierta y la eco-innovación, las cuales aún no existe certeza en la literatura de la innovación que puedan generar mejores resultados en las organizaciones, por lo cual hace falta que estudios futuros aporten evidencia empírica a favor de esta relación.

Objetivo. Explorar el vínculo existente entre la innovación abierta, las actividades de eco-innovación y el rendimiento empresarial.

Problema. ¿Sería posible establecer que la adopción e implementación de la innovación abierta y la eco-innovación mejoran el rendimiento empresarial en las empresas manufactureras de México?

Metodología. La Metodología consistió prácticamente en la realización de una investigación cuantitativa, revisando los artículos publicados recientemente en las revistas internacionales de alto impacto y un marco muestral integrado por 3 escalas de medición, 27 ítems y 2 hipótesis que fueron testadas mediante la aplicación de 460 encuestas a empresas del sector automotriz, de enero a marzo de 2021,

Hallazgos Teóricos y Prácticos. Los hallazgos de este estudio corroboran nuestro argumento de que las compañías que han adoptado y aplicado la innovación abierta y la eco-innovación lograron incrementar significativamente su nivel de rendimiento empresarial.

Originalidad desde el punto de vista transdisciplinar y de innovación sostenible. Mediante la aplicación de 460 encuestas, de enero a marzo de 2021, a igual número de organizaciones. Este estudio contribuye a expandir el conocimiento limitado existente en la literatura, sobre el vínculo que tienen la innovación abierta, la eco-innovación y su impacto en el rendimiento empresarial.

Conclusiones y limitaciones. La estimación de los datos derivados de las 460 encuestas aplicadas a igual número de compañías en 2021, aportan evidencia empírica que permite concluir que el vínculo estrecho entre la innovación abierta y la eco-innovación, coadyuvan un incremento sustancial en el nivel de rendimiento empresarial de las compañías.

ABSTRACT

Context. The global problems of environmental degradation and climate change are leading organizations to adopt and apply new production strategies to improve their innovation activities. Among the different business strategies recently proposed in the literature, open innovation and eco-innovation stand out, for which there is still no certainty in the innovation literature that they can generate better results in organizations. For this reason, future studies need to provide empirical evidence in favor of this relationship.

Objective. Explore the link between open innovation, eco-innovation activities, and business performance.

Problem. Would it be possible to establish that the adoption and implementation of open innovation and eco-innovation improve business performance in manufacturing firms in Mexico?

Methodology. The Methodology practically consisted of carrying out a quantitative investigation, reviewing recently published articles in high-impact international journals, and a sample framework comprising three measurement scales, 27 items, and two hypotheses that were tested by applying 460 surveys to companies in the automotive sector, between January to March 2021.

Theoretical and Practical Findings. The findings of this study corroborate our argument that firms that have adopted and applied open innovation and eco-innovation have managed to increase their level of business performance significantly.

Transdisciplinary and sustainable innovation originality. By applying 460 surveys between January to March 2021, the same number of organizations, this study contributes to expanding the limited knowledge in the literature about the link between open innovation and eco-innovation and its impact on business performance.

Conclusions and limitations. The estimation of the data derived from the 460 surveys applied in 2021 to the same number of companies provides empirical evidence that allows us to conclude that the close link between open innovation and eco-innovation contributes to a substantial increase in the level of business performance of companies.

1. INTRODUCCIÓN

La degradación del medioambiente y el elevado nivel de contaminación medioambiental generada por la actividad industrial está exigiendo cada vez más a las empresas manufactureras la búsqueda

de soluciones y nuevos modelos de negocio que mejoren la sustentabilidad ambiental mediante la reducción de los residuos industriales (Westman *et al.*, 2022; Xin *et al.*, 2022). Uno de los métodos que están adoptando las empresas manufactureras es la eco-innovación (EI), la cual reduce los efectos negativos al medioambiente generados por el incremento exponencial en la demanda de bienes y servicios (Chistov *et al.*, 2023). Por supuesto, aun cuando la comunidad científica, académica y empresarial ha evidenciado los beneficios que genera la innovación en la industria manufacturera, todavía existen muchas organizaciones que carecen de los recursos y capacidades elementales para su adopción y aplicación, por lo cual se han visto obligadas adoptar a la innovación abierta (IA) para compartir recursos y experiencias (Triguero *et al.*, 2018).

En este sentido, diversas compañías de la industria manufacturera han adoptado e implementado la IA, derivado de las exigencias del mercado globalizado y altamente competitivo (Valdez-Juárez y Castillo-Vergara, 2021). En el contexto de las empresas manufactureras de México, la IA es considerada como una estrategia novedosa que permite a las empresas el intercambio de recursos y conocimientos en la gestión de la innovación (Tucci *et al.*, 2016). Así, el acceso a los recursos y conocimientos de otras organizaciones ayuda a las compañías de la industria manufacturera tanto a adoptar e implementar la IA (Triguero *et al.*, 2018), así como a mejorar significativamente las actividades de la EI en la fabricación de productos ecológicos que no dañen el medioambiente, y que sean cada vez más personalizados a los gustos y preferencias de los consumidores (Cuerva *et al.*, 2014; Díaz-García *et al.*, 2015).

Sin embargo, aun cuando este tema está tomando mucha fuerza entre la comunidad científica y académica, mediante la aportación reciente de evidencia empírica del vínculo existente entre las actividades de la IA y la EI (Leitao *et al.*, 2020, Valdez-Juárez y Castillo-Vergara, 2021; Chistov *et al.*, 2023), hasta la fecha no queda claro para un número considerable de organizaciones los beneficios que genera esta relación (Bossle *et al.*, 2016; Kastelli *et al.*, 2016). Por lo tanto, la generación de evidencia del vínculo existente entre las actividades de la IA, la EI y sus efectos en el rendimiento empresarial (RE) es considerado en la literatura como inconcluso y abierto al debate (García *et al.*, 2019), por lo cual es posible establecer que este trabajo contribuye a la literatura mediante la aportación de nuevo conocimiento del vínculo entre la IA, la EI y el RE (Triguero *et al.*, 2018; García *et al.*, 2019). Bajo este contexto, es importante establecer el

siguiente cuestionamiento: *¿Cuáles son los efectos de la IA en la EI y el RE en las empresas manufactureras de México?*

2. CONTEXTUALIZACIÓN

La incertidumbre en los negocios está ocasionando en las organizaciones de todo el mundo, en particular en las empresas de la industria manufacturera establecidas en los mercados emergentes, a reorientar sus estrategias empresariales para mejorar la eficiencia y capacidad de su innovación (Rauter *et al.*, 2018). De entre las distintas capacidades que tienen que mejorar las empresas manufactureras se encuentra la innovación, la cual requiere de mejorar las habilidades que tienen las organizaciones en la apropiación del conocimiento externo y la mejorar de la sustentabilidad (Lawson y Samson, 2001), esencialmente porque la captura, procesamiento y asimilación del conocimiento externo es fundamental en la mejora de los procesos de la innovación (Stefan y Bengtsson, 2017).

Este nuevo enfoque permite a las empresas manufactureras la eliminación de los límites del conocimiento interno e involucrar a todos los integrantes de la cadena de proveeduría de la organización (directivos, personal, proveedores, clientes, consumidores) en las actividades de la IA (Valdez-Juárez y Castillo-Vergara, 2021), ya que los stakeholders tienen fuerte influencia en la innovación de las empresas (Stefan y Bengtsson, 2017). Sin embargo, estudios publicados han identificado diversas desventajas que genera la aplicación de la innovación, particularmente de la IA, en las empresas manufactureras entre las que destacan el bajo nivel de control de la mayoría de las actividades de innovación, el incremento de la gestión y la complejidad organizacional y, como consecuencia de ello, el incremento sustancial de los costos (Manzini *et al.*, 2017).

Adicionalmente, la comunidad científica y académica ha aportado evidencia de la existencia de diversas ventajas que tienen las organizaciones con la aplicación de la IA, entre las que destacan el aumento sustancial de la innovación (Stefan y Bengtsson, 2017), la disposición y uso de los recursos de los stakeholders (Huizingh, 2011) y, desde nuestro punto de vista, la más importante de todas, el incremento significativo de las actividades de la EI (Mustaquim y Nyström, 2014), las cuales generan un incremento significativo no solamente en los resultados de las compañías, sino también en el desarrollo sustentable de las organizaciones (Rauter *et al.*, 2018), cumpliendo

con ello con la responsabilidad social que tienen las empresas y con las normas medioambientales (Ketata *et al.*, 2015; Tsai y Liao, 2017).

En este sentido, el incremento en la demanda de los mercados globales por la personalización de los productos, aunado al endurecimiento de las normas medioambientales que está realizando la administración pública, están ocasionando que cada vez sea un mayor porcentaje de empresas manufactureras que están incorporando a la EI, no sólo para producir productos más amigables con el medioambiente, sino también para mejorar significativamente su nivel de RE (Jakobsen y Clausen, 2016). Sin embargo, frecuentemente se encuentra en la literatura que investigadores y académicos están de acuerdo en que un elevado porcentaje de las empresas manufactureras, particularmente las establecidas en los países en vías de desarrollo, no poseen los recursos y competencias necesarios para la aplicación de la EI, por lo cual la IA se está convirtiendo en una de las alternativas más viables, no sólo para implementar a la EI (Jakobsen y Clausen, 2016), sino también para mejorar el medioambiente (Chesbrough 2017a, b).

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En esta sección se presentarán los estudios identificados en la relación exhaustiva de la literatura que han aportado evidencia teórica y empírica del vínculo exasistente entre la IA, la EI y el RE en las compañías de la industria manufacturera. Tal proceso de búsqueda sistemática de la información se realizó en dos bases de datos que se consideraron esenciales (Emerald y Science Direct-Elsevier).

3.1. Innovación Abierta y Eco-innovación

El desarrollo de nuevos modelos de producción y el creciente número de consumidores con un comportamiento de compra de bienes y servicios ecológicos que no dañen el medioambiente, están presionando a las empresas manufactureras a la implementación de sistemas de producción más sustentables (Nosratabadi *et al.*, 2019). Por ello, la IA y la EI están emergiendo en la literatura de la innovación como las estrategias empresariales orientadas a la mejora de los procesos productivos que permiten a las compañías de la industria manufacturera la fabricación de bienes ecológicos (Leitao *et al.*, 2020), particularmente porque la EI genera en las organizaciones una reducción significativa de los costos operativos, el cumplimiento de las leyes medioambientales

y el cumplimiento de la responsabilidad social que tiene la organización, entre otros múltiples beneficios (Salazar-Soto y Pinzón-Castro, 2023).

A pesar de ello, estudios publicados previamente en la literatura de la innovación encontraron que la IA tiene efectos negativos en las organizaciones (García *et al.*, 2019), entre los que destacan los enfrentamientos entre los directivos por tener el control de los activos del conocimiento (Torkkeli *et al.*, 2009), y la participación simulada que reduce la aplicación de la IA (Lichtenthaler *et al.*, 2010). Con la finalidad de aportar evidencia a favor de la aplicación de la IA en las organizaciones, Cuerva *et al.* (2014) investigaron las compañías de escaso nivel de desarrollo tecnológico, desde un contexto de las acciones que ejercen una influencia en la innovación medioambiental vs. innovación no medioambiental, encontrando que la tecnología, el mercado y las regulaciones tienen un fuerte impacto tanto en la eco-innovación de productos y procesos, como en los resultados de las organizaciones, en comparación con las compañías que no habían aplicado las actividades de EI.

Bossle *et al.* (2016), mediante el análisis de 581 empresas manufactureras de Brasil, llegaron a la conclusión de que los factores internos (p.e. recursos humanos), y los factores externos de las empresas manufactureras (p.e. actividades de colaboración), son fundamentales en la adopción y aplicación de la EI. En este mismo orden de ideas, Tanguy (2016) encontraron que las compañías que adoptaron e implementaron las actividades de la EI en colaboración con sus principales stakeholders, obtuvieron un RE superior que aquellas organizaciones que no implementaron las actividades de la EI. Por lo tanto, no es de extrañar que cada vez más investigadores y académicos estén interesados en demostrar que la IA no solamente mejora los resultados en las empresas, sino también reduce los efectos negativos en el medioambiente (Triguero *et al.*, 2018).

Rauter *et al.* (2018) llegaron a la conclusión que la adopción e implementación de la IA mejora sustancialmente no solamente la EI, sino que también el RE y sustentable de las organizaciones. En esta misma línea, Triguero *et al.* (2018) encontraron que la adopción e implementación de la IA (la cual fue considerada mediante la inversión en investigación y desarrollo, el entrenamiento y la colaboración), en las compañías de la industria manufacturera de España, generaron una fuerte influencia positiva significativa en la eco-innovación de productos, la eco-innovación de procesos y la eco-innovación de gestión, por lo cual es posible establecer que la IA es una actividad sustancial para lograr una mejora en la EI.

Finalmente, García *et al.* (2019) llegaron a la conclusión de que las compañías que tenían escasas actividades de innovación y un débil compromiso en compartir recursos y conocimientos con otras organizaciones, tenían diversos efectos negativos tanto en las actividades de la EI como en el medioambiente y la sustentabilidad, mientras que aquellas empresas que adoptaron a la IA lograron mejores resultados positivos en la EI. Por lo tanto, se puede concluir que las compañías de la industria manufacturera que han aplicado la IA tienen mayores posibilidades de incrementar significativamente su nivel de EI (del Río *et al.*, 2017; Marzucchi y Montresor, 2017). Por ello, considerando los planteamientos y resultados obtenidos en los estudios presentados previamente, es posible plantear la siguiente hipótesis de investigación:

H1: La innovación abierta tiene efectos positivos significativos en la eco-innovación.

3.2. Innovación Abierta y Rendimiento Empresarial

A pesar del aporte de evidencia de investigadores, académicos y profesionales de la industria que tiene la IA en los resultados de las organizaciones, son pocas las investigaciones publicadas que analizan y discuten su relación con el RE (Valdez-Juárez y Castillo-Vergara, 2021). Además, la evidencia empírica existente del análisis de la relación entre la IA y el RE está fragmentada, por lo cual se requiere que la comunidad científica, académica y empresarial en sus investigaciones futuras, aporte nuevo conocimiento sobre los efectos positivos entre ambos constructos (García *et al.*, 2019). Bajo este contexto, es posible establecer que el vínculo que se tiene entre la IA y el RE en las organizaciones se encuentra en una etapa embrionaria, por lo cual existe la necesidad en la actual literatura de que nuevas investigaciones aporten conocimiento sobre los efectos de la IA en el RE (Cheng y Shiu, 2020).

Asimismo, el escaso nivel en las actividades de colaboración que tienen las compañías de la industria manufacturera con otros negocios, centros de investigación y universidades públicas y privadas, ha reducido sensiblemente la aplicación de la IA en las organizaciones (Tucci *et al.*, 2016). Sin embargo, existen diversos trabajos de investigación que han aportado evidencia de que la gestión eficiente del conocimiento interno y externo canalizado hacia la IA e involucrando a los stakeholders, mejora sustancialmente el RE de las compañías (p.e. Crema *et al.*, 2014; Singh *et al.*, 2019). En el contexto de las empresas manufactureras de México, no solamente es escasa

la colaboración con otras compañías y stakeholders, sino también la inversión en innovación desde hace varias décadas es de las más bajas del mundo (Castillo-Esparza *et al.*, 2022).

Stefan y Bengtsson (2017) en un estudio realizado en las empresas manufactureras sobre los efectos que ejerce la adopción y aplicación de la IA en los dos tipos de rendimiento de la innovación más citados en la literatura (eficiencia y novedad), y en los distintos ciclos de la innovación, encontraron que la colaboración de la organización con sus principales stakeholders (universidades, intermediarios, clientes y proveedores), generaron una mejora significativa en su nivel del RE, obteniendo un incremento mayor del RE las empresas manufactureras que tenían una mayor aplicación de la IA que aquellas que tenían una menor aplicación. Por ello, no es de extrañar que sean cada vez más las empresas manufactureras de todas partes del mundo, que están dispuestas tanto a la adopción e implementación de la IA, así como a mejorar las acciones de colaboración con otras compañías y stakeholders, porque ello les generaría un incremento mayor en su nivel de RE (Rauter *et al.*, 2018).

Adicionalmente, en estudios publicados recientemente en la literatura de la innovación que analizan el vínculo entre la IA y el nivel del RE (p.e. Leitao *et al.*, 2020, Valdez-Juárez y Castillo-Vergara, 2021; Chistov *et al.*, 2023), con una orientación en los stakeholders (p.e. intermediarios, NGOs, asociaciones, instituciones públicas) (Rauter *et al.*, 2018), han encontrado que aquellas empresas manufactureras que han adoptado e implementaron la IA, lograron un impacto positivo significativo en su RE (Mustaquim y Nyström, 2014; Rauter *et al.*, 2018), particularmente en los países de economía emergente, por lo cual es posible establecer que la implementación de la IA en conjunto con los principales stakeholders, ayuda a las compañías tanto a mejorar la innovación de productos más sustentables y amigables con el medioambiente, como a incrementar su RE (Arnold, 2017). En este sentido, tomando en cuenta los aportes empíricos presentados en los párrafos anteriores, es posible plantear la siguiente hipótesis de investigación:

H2: La innovación abierta tiene efectos positivos significativos en el rendimiento empresarial

4. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este trabajo de investigación se dividió prácticamente en dos etapas. Por un lado, se utilizó una investigación cualitativa, la cual consistió en la realización de ocho entrevistas a profundidad, tres con investigadores expertos en el tema, y cinco gerentes de la

industria automotriz. Como resultado de esta primera fase del estudio se generó una encuesta con las escalas de medición de los tres constructos utilizados, enviando la encuesta a una evaluación por parte de los ocho participantes, realizando solamente ajustes menores de escritura y redacción. Por otro lado, se realizó una investigación cuantitativa que consistió en la aplicación personal de la encuesta (pretest) con diez empresas manufactureras, para pretestar las preguntas y que las posibles respuestas se ajustaran a las actividades de IA, EI y RE que realizan las empresas, obteniendo como resultado algunos ajustes de redacción en un par de preguntas.

4.1. Diseño de la Muestra y Recolección de los Datos

La muestra se diseñó considerando el directorio empresarial de la AMIA (Asociación Mexicana de la Industria Automotriz), que tenía una totalidad de 909 organizaciones registradas al 30 de noviembre del año 2020. Además, es importante considerar que las compañías registradas en la AMIA están empadronadas en diversas organizaciones empresariales, por lo cual la investigación no se orientó en una agrupación empresarial en particular. En este sentido, se calculó la muestra considerando un $\pm 4\%$ máximo de error y una confiabilidad del 95%, obteniendo una muestra final de 460 empresas, las cuales fueron seleccionadas mediante un muestreo aleatorio simple y se les aplicó la encuesta entre enero y marzo de 2021, solicitando a los gerentes que se distribuyera la encuesta al personal de la organización que contaba con la información para la cumplimentación correcta de la misma.

4.2. Desarrollo de Medidas

Existe una amplia discusión en la literatura de la innovación sobre la importancia de la medición de la innovación en las empresas manufactureras, por lo cual la comunidad científica y académica deben tener mucho cuidado en este aspecto (Zhang *et al.*, 2019). Derivado de una revisión minuciosa de la innovación en las revistas especializadas, se eligió la escala de van de Vrande *et al.* (2009) para su medición, quienes utilizaron 7 ítems. Con respecto a la EI se usó la escala de Hojnik *et al.* (2014) y Segarra-Oña *et al.* (2014), quienes realizaron su medición por medio de tres dimensiones: *eco-innovación de productos* con 4 ítems, *eco-innovación de procesos* con 4 ítems, y *eco-innovación de gestión* con 6 ítems. El RE se midió con la escala de Bag (2014), quien

utilizó 6 ítems, midiéndose todos los ítems de las escalas utilizadas una escala tipo Likert de 5 puntos, con 1 = Total Desacuerdo a 5 = Total Acuerdo, como límites.

4.3. Fiabilidad y Validez de las Escalas de Medida

La fiabilidad de las escalas utilizadas fue evaluada considerando los tres indicadores más citados en la literatura: Alfa de Cronbach, Índice de Fiabilidad Compuesta (IFC) e Índice de la Varianza Extraída (IVE) (Patel y Desai, 2018; Fuzi *et al.*, 2018). Además, para la comprobación de la fiabilidad se utilizó la técnica estadística del Análisis Factorial Confirmatorio (FCA) con el apoyo del software EQS 6.2 (Bhatia y Awasthi, 2018; Sardi *et al.*, 2020), obteniendo valores del Alfa de Cronbach y del IFC por encima del valor recomendado de 0.70, valores del IVE superiores al valor recomendado de 0.50 (Abdullah *et al.*, 2017), valores de los índices de ajuste (NFI-NNFI-CFI) superiores al valor recomendado de 0.80, y un valor del RMSEA inferior al valor recomendado de 0.080 (Sardi *et al.*, 2020). Ver **Tabla 1**.

Tabla 1. Consistencia interna y validez convergente

Variable	Indicador	Carga Factorial	Valor-t Robusto	Alfa de Cronbach	IFC	IVE
Innovación Abierta	OIN1	0.844***	1.000 ^a	0.941	0.942	0.699
	OIN2	0.886***	43.994			
	OIN3	0.864***	27.222			
	OIN4	0.864***	23.045			
	OIN5	0.863***	21.010			
	OIN6	0.771***	15.058			
	OIN7	0.753***	15.128			
Eco-innovación de Productos (F1)	PEI1	0.671***	1.000 ^a	0.874	0.875	0.639
	PEI2	0.803***	12.199			
	PEI3	0.889***	11.343			
	PEI4	0.819***	10.090			
Eco-innovación de Procesos (F2)	PRE1	0.859***	1.000 ^a	0.916	0.917	0.736
	PRE2	0.884***	31.691			
	PRE3	0.877***	26.721			
	PRE4	0.809***	19.486			
Eco-innovación de Gestión (F3)	MEI1	0.778***	1.000 ^a	0.926	0.927	0.681
	MEI2	0.759***	17.447			
	MEI3	0.862***	21.803			
	MEI4	0.887***	20.520			
	MEI5	0.886***	21.223			
	MEI6	0.770***	16.461			

Eco-innovación	F1	0.870***	7.373	0.871	0.872	0.696
	F2	0.772***	7.586			
	F3	0.857***	8.618			
Rendimiento Empresarial	FPE1	0.722***	1.000 ^a	0.892	0.893	0.582
	FPE2	0.758***	16.606			
	FPE3	0.715***	14.214			
	FPE4	0.761***	14.492			
	FPE5	0.828***	17.033			
	FPE6	0.788***	14.288			

$S-BX^2$ (df = 340) = 1,548.938; $p < 0.000$; NFI = 0.821; NNFI = 0.838; CFI = 0.854; RMSEA = 0.078

Notas: ^a = Parámetros restringidos a dicho valor en el proceso de identificación

*** = $p < 0.01$

Adicionalmente, en la **Tabla 1** se observa que la totalidad de los ítems de los constructos utilizados son significativos ($p < 0.001$) y el tamaño de todas las cargas factoriales son superiores a 0.60, lo cual permite establecer la existencia de validez convergente (Sardi *et al.*, 2020). Finalmente, la validez convergente fue evaluada con las dos pruebas más citadas en la literatura: la *prueba de la varianza extraída*, consistente en que, mediante un intervalo con un nivel de confianza del 95%, ninguno de los elementos de los factores latentes de la matriz de correlación contiene el valor de 1 (Anderson y Gerbing, 1988); y la prueba de la *varianza extraída*, la cual consiste en que el IVE de cada uno de los pares de los constructos sea inferior que su correspondiente IVE (Fornell y Larcker, 1981), cumpliéndose ambas pruebas en este estudio, como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Validez discriminante

VARIABLES	Innovación Abierta	Eco-Innovación	Rendimiento Empresarial
Innovación Abierta	0.699	0.041	0.148
Eco-Innovación	0.138 – 0.266	0.696	0.039
Rendimiento Empresarial	0.277 – 0.493	0.139 – 0.255	0.582

Notas: La diagonal representa el Índice de la Varianza Extraída (IVE), mientras que por arriba de la diagonal se presenta la varianza (correlación al cuadrado), y por debajo de la diagonal se presenta la correlación estimada de los factores con un intervalo de confianza del 95%.

5. RESULTADOS

La técnica estadística de frontera utilizada en esta investigación para contrastar las hipótesis es el Modelo de Ecuaciones Estructurales (MEE) mediante el uso del software EQS 6.2 (Alamar y Lee,

2019; Sardi *et al.*, 2020), realizándose la aplicación del MEE en dos fases. Por un lado, se analizó la validez nomológica del modelo de investigación a través de la prueba de la Chi-cuadrada, comparando los resultados del modelo de investigación y del modelo de medida encontrando que éstos no son significativos. Por otro lado, se analizaron los índices de ajuste del modelo de medida, encontrando que los valores del NFI, NNFI y CFI son superiores al valor recomendado de 0.80, así como el valor del RMSEA es inferior al valor recomendado de 0.080 (Hair *et al.*, 2019), lo cual indica que el modelo de investigación tiene un buen ajuste de los datos. La **Tabla 3** muestra con mayor detalle los resultados obtenidos de la aplicación del MEE.

Tabla 3. Resultados de la Aplicación del MEE

Hipótesis	Relación Estructural	Coefficientes estandarizados	Valor-t Robusto
H₁ : A mayor nivel de innovación abierta, mayor nivel de eco-innovación.	Innovación A. → Eco-innovación	0.546***	8.022
H₂ : A mayor nivel de innovación abierta, mayor nivel de rendimiento empresarial.	Innovación A. → Rendimiento Empresarial	0.357***	6.960
$S-BX^2$ (df = 334) = 1,358.377; $p < 0.000$; NFI = 0.843; NNFI = 0.860; CFI = 0.876; RMSEA = 0.079			

Notas: *** = $p < 0.01$

En la **Tabla 3** se pueden observar los resultados que generó el software EQS 6.2 e indican que con respecto a la hipótesis **H₁**, los resultados ($\beta = 0.546$ $p < 0.001$), soportan nuestro argumento de que la IA genera un impacto positivo significativo en la EI de las compañías de la industria manufacturera. En referencia al planteamiento de la hipótesis **H₂** se muestra que los resultados obtenidos ($\beta = 0.357$ $p < 0.001$) sugieren que la IA también genera un impacto positivo en el RE de las compañías de la industria manufactureras. De acuerdo con los resultados obtenidos, se establece que la IA es una actividad sustancial en las compañías de la industria manufacturera, ya que su aplicación mejora sustancialmente tanto la EI como el nivel del RE.

6. DISCUSIÓN

A continuación presentamos una discusión basado en los resultados bajo dos implicaciones:

6.1. Implicaciones Teóricas

Existe una extensa discusión en la literatura de la innovación que pone en duda los beneficios derivados de la adopción de la IA en las organizaciones. Sin embargo, los resultados derivados de este trabajo de investigación demuestran, en primera instancia, que la adopción y aplicación de la IA genera beneficios tangibles en las actividades de la EI de las compañías de la industria manufacturera de México, siendo similar este resultado con los encontrados por Rauter *et al.* (2018) y Triguero *et al.* (2018), quienes demostraron la existencia de un vínculo entre la IA y las actividades de la EI, las cuales a su vez generaron un impacto positivo significativo en el RE de los negocios, indicando con ello que la aplicación de la IA tiene diversos beneficios para las organizaciones, entre los que se encuentran el crecimiento y desarrollo de la IA y la EI.

En segunda instancia, los resultados obtenidos también demuestran que, a pesar de que la IA no tiene un amplio reconocimiento en la literatura por la comunidad científica y académica como una estrategia empresarial que incrementa sustancialmente el nivel del BP (Rauter *et al.*, 2018; García *et al.*, 2019), el fuerte vínculo que tiene la IA y las actividades de la EI, lo cual permite a las compañías de la industria manufacturera de México incrementar sustancialmente su RE. Estos resultados están en la misma línea con los obtenidos por Leitao *et al.* (2020) y Valdez-Juárez y Castillo-Vergara (2021), quienes encontraron que las empresas manufactureras que realizan actividades de colaboración en innovación con sus stakeholders (IA), tienen mayores posibilidades de incrementar los resultados en las actividades de la EI y de su nivel de RE.

6.2. Implicaciones Prácticas

Los resultados derivados de la estimación de los datos generan diversas implicaciones prácticas para los gerentes, las compañías y la administración pública, entre las que destacan las siguientes. Por un lado, la incorporación al modelo de investigación de los tres tipos de actividades de la EI más citados en la literatura (eco-innovación de productos, procesos y gestión), en una industria esencial, la manufactura de México, establece un concepto totalmente holístico que tiene mayores aportaciones prácticas derivadas del vínculo existente entre la IA, la EI y el RE (Rauter *et al.*,

2018), en comparación con un elevado porcentaje de trabajos existentes en la literatura, los cuales generalmente han realizado estudios bibliométrico y definiciones conceptuales que, desde nuestro punto de vista, no tienen una aportación práctica esencial.

Por otro lado, a pesar de la aportación de evidencia empírica que ha demostrado que la adopción y aplicación de la IA, genera en las empresas manufactureras una mejora en las acciones de la innovación (García *et al.*, 2019) y en el RE (de Medeiros *et al.*, 2014; Arnold, 2017), aún existe un elevado porcentaje de organizaciones que no tienen claros los distintos beneficios asociados a su implementación, particularmente las empresas establecidas en los países de economía emergente. Por ello, se ha hecho un llamado a la comunidad científica, académica y empresarial a implicarse más en la aportación de evidencia empírica robusta que demuestre y especifique los beneficios que genera el vínculo entre la IA, la EI y el RE en las compañías de la industria manufacturera de cualquier tamaño y sector.

Finalmente, una tercera implicación de este trabajo es la presión más fuerte a las que están sometidas las empresas manufactureras de todo el mundo, por la administración pública, clientes, stakeholders, asociaciones y la sociedad en general para que produzcan productos ecológicos personalizados que no dañen el medioambiente y que incorporen materiales reciclados, por lo cual múltiples compañías de la industria manufacturera alrededor del mundo están adoptando con mayor frecuencia la EI (Valdez-Juárez y Castillo-Vergara, 2021). Sin embargo, una gran cantidad de empresas manufactureras no tiene los recursos, capacidades y conocimientos necesarios para la producción de productos ecológicos, por lo cual una de las soluciones a esta problemática es la IA, la cual ayuda al desarrollo y aplicación de acciones de colaboración con otros negocios y organismos, para el intercambio de recursos, capacidades, habilidades y conocimiento.

7. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la estimación de los datos las 460 encuestas aplicadas a las compañías de la industria manufacturera de México generan distintas conclusiones, entre las más importantes están las siguientes. Una primera conclusión es la fuerte correlación interna que tienen la IA, la EI y el RE usadas en el modelo de investigación, lo cual permitió que se aceptaran las dos hipótesis de investigación planteadas. Una segunda conclusión es la visión general que tiene el modelo de investigación, ya que se consideraron los tres tipos de la EI comúnmente usados en la

literatura. Una tercera conclusión es que los trabajos de investigación que se han enfocado en el vínculo que tiene la IA en la EI son insuficientes, comparadas con aquellas investigaciones que solamente conceptos tanto de la IA como de la EI (Triguero *et al.*, 2018).

Una cuarta conclusión es que, aun cuando la investigación del vínculo existente entre la IA, la EI y el RE es un tema que está de moda entre la comunidad científica, académica y empresarial, los resultados obtenidos son hasta el momento inconsistentes, por lo cual es factible concluir que el vínculo entre la IA, la EI y el RE es un tema considerado en la literatura de la innovación como abierto al debate (García *et al.*, 2019). Una quinta conclusión es que la aplicación de las acciones de la IA y la EI, desde una óptica del nivel del RE de las compañías de la industria manufacturera de México, no ha sido ampliamente examinada e investigada en la actual literatura, por lo cual este trabajo de investigación contribuye significativamente con nuevo conocimiento sobre el vínculo que tiene entre las acciones de la IA, la EI y el RE.

8. REFERENCIAS

- Abdullah, I., Mahmood, W.H.W., Fauadi, H.F.M., Rahman, M.N.A. y Mohamed, S.B. (2017). Sustainable manufacturing practices in Malaysian palm oil mills: Priority and current performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(3), 278-298. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2016-0128>
- Anderson, J. y Gerbing, D. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, 13(1), 411-423. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.103.3.411>
- Arnold, M. (2017). Fostering sustainability by linking co-creation and relationship management concepts. *Journal of Cleaner Production*, 140(1), 179-188. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.059>
- Bag, S. (2014). Impact of sustainable supply chain management on organizational performance: Mediating effects of leadership. *Indian Journal of Management Science*, 4(3), 10-25. <https://www.proquest.com/openview/8f8ca2dce9415d4a3c593229ee0a3d89/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032141>
- Bhatia, M.S. y Awasthi, A. (2018). Assessing relationship between quality management systems and business performance and its mediators: SEM approach. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(8), 1490-1507. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2017-0091>
- Bossle, M.B., De Barcellos, M.D. y Vieira, L.M. (2016). Why food companies go green? The determinant factors to adopt eco-innovations. *British Food Journal*, 118(6), 1317-1333. <https://doi.org/10.1108/BFJ-10-2015-0388>
- Castillo-Esparza, M.M.G.C., Cuevas-Pichardo, L.J. y Montejano-García, S. (2022). Innovación en México: Patentes, gastos en I+D y capital humano. *Scientia et PRAXIS*, 2(4), 82-103. <https://doi.org/10.55965/setp.2.coed.a4>

- Cheng, C.C.J. y Shiu, E.C. (2020). Leveraging open innovation strategies for fueling eco-innovation performance in dynamic environments. *Sustainable Accounting Management Policy*, 11(7), 1245-1270. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-04-2018-0103>
- Chesbrough, H. (2017a). The future of open innovation: The future of open innovation is more extensive, more collaborative, and more engaged with a wider variety of participants. *Responsible Technology Management*, 60(1), 35-38. <https://doi.org/10.1080/08956308.2017.1255054>
- Chesbrough, H. (2017b). Interview with prof. Henry Chesbrough: An exciting time for open innovation in the energy sector. *European Institute of Innovation and Technology*. <http://eit.europa.eu/newsroom-hnry-chesbrough-open-innovation>. Retrieved 23 October 2021.
- Chistov, V., Carrillo-Hermosilla, J., y Aramburu, N. (2023). Open eco-innovation: Aligning cooperation and external knowledge with the levels of eco-innovation radicalness. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100049>
- Crema, M., Verbano, C. y Venturini, K. (2014). Linking strategy with open innovation and performance in SMEs. *Measuring Business Excellence*, 18(2), 14-27. <https://doi.org/10.1108/MBE-07-2013-0042>
- Cuerva, M.C., Triguero, C.A. y Córcoles, D. (2014). Drivers of green and non-green innovation: Empirical evidence in low-tech SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 68(1), 104-113. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.049>
- de Medeiros, J.F., Ribeiro, J.L. y Cortimiglia, M.N. (2014). Success factors for environmentally sustainable product innovation: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 65(1), 76-86. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.035>
- del Río, P., Romero-Jordán, D. y Peñasco, C. (2017). Analyzing firm-specific and type-specific determinants of eco-innovation. *Technology Economic and Development Economy*, 23(2), 270-295. <https://doi.org/10.3846/20294913.2015.1072749>
- Díaz-García, C., González-Moreno, A. y Sáez-Martínez, F.J. (2015). Eco-innovation: Insights from a literature review. *Innovation Management and Policy Practice*, 17(1), 6-23. <https://doi.org/10.1080/14479338.2015.1011060>
- Fornell, C. y Larcker, D. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. <https://doi.org/10.1177/0022243781018001>
- Fuzi, N.M., Habidin, N.F. y Ong, S.Y.Y. (2018). Corporate social responsibility practices in Malaysian automotive suppliers: Confirmatory factor analysis. *International Journal of Business Excellence*, 15(2), 222-238. <https://doi.org/10.1504/IJBEX.2018.091922>
- García, R., Wigger, K. y Rivas, H. R. (2019). Challenges of creating and capturing value in open eco-innovation: Evidence from the maritime industry in Denmark. *Journal of Cleaner Production*, 220(1), 642-654. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.027>
- Hair, J., Black, W., Babin, B. y Anderson, R. (2019). *Multivariate Data Analysis*. 8th Edition. London: Cengage.
- Hojnik, J., Ruzzier, M. y Lipnik, A. (2014). Pursuing eco-innovation within southeastern European clusters. *The IUP Journal of Business Strategy*, 11(3), 41-59.
- Huizingh, E.K. (2011). Open innovation: State of the art and future perspective. *Technovation*, 31(1), 2-9. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2010.10.002>

- Jakobsen, S. y Clausen, T.H. (2016). Innovating for a greener future: The direct and indirect effects on firms' environmental objectives on the innovation process. *Journal of Cleaner Production*, 128(1), 131-141. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.023>
- Kastelli, I., Tsakanikas, A. y Caloghirou, Y. (2016). Technology transfer as a mechanism for dynamic transformation in the food sector. *Journal of Technology Transfer*, 10(1), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9530-3>
- Lawson, B. y Samson, D. (2001). Developing innovation capabilities in organizations: A dynamic capabilities approach. *International Journal of Innovation Management*, 5(3), 377-400. <https://doi.org/10.1142/S1363919601000427>
- Leitao, J., Pereira, D. y de Brito, S. (2020). Inbound and outbound practices of open innovation and eco-innovation: Contrasting bioeconomy and non-bioeconomy firms. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 1-34. <https://doi.org/10.3390/joitmc6040145>
- Lichtenthaler, U., Ernst, H. y Hoegl, M. (2010). Not-sold here: How attitudes influence external knowledge exploitation. *Organizational Science*, 21(1), 1054-1071. <https://doi.org/10.1287/orsc.1090.0499>
- Manzini, R., Lazzarotti, V. y Pellegrini, L. (2017). How to remain as closed as possible in the open innovation era: The case of Lindt & Sprüngli. *Long Range Planning*, 50(1), 260-281. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2015.12.011>
- Mustaquim, M.M. y Nyström, T. (2014). Defining information systems for sustainability: The role of universal design and open innovation. *Lecture Notes in Computer Science*, 84(1), 1-16. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06701-8_1
- Nosratabadi, S., Mosavi, A., Shamshirband, S., Zavadskas, E.K., Rakotonirainy, A. y Chau, K.W. (2019). Sustainable business models: A review. *Sustainability*, 11(6), 1-30. <https://doi.org/10.3390/su11061663>
- Patel, M. y Desai, D.A. (2018). Critical review and analysis of measuring the success of six sigma implementation in manufacturing sector. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(8), 1519-1545. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-04-2017-0081>
- Rauter, R., Globocnik, D., Perl-Vorbach, E. y Baumgartner, R.J. (2018). Open innovation and its effects on economic and sustainability innovative performance. *Journal of Innovation & Knowledge* (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jik.2018.03.004>
- Salazar-Soto, H., y Pinzón-Castro, S.D. (2023). Eco-innovación y responsabilidad social empresarial: Un estudio bibliométrico de la relación de estos constructos. *Scientia et PRAXIS*, 3(5), 34-59. <https://doi.org/10.55965/setp.3.05.a2>
- Sardi, A., Sorano, E., Ferraris, A. y Garengo, P. (2020). Evolutionary paths of performance measurement and management system: The longitudinal case study of a leading SME. *Measuring Business Excellence*, 24(4), 495-510. <https://doi.org/10.1108/MBE-01-2020-0016>
- Segarra-Oña, M., Peiró-Signes, A. y Payá-Martínez, A. (2014). Factors influencing automobile firm's eco-innovation orientation. *Engineering Management Journal*, 26(1), 31-38. <https://doi.org/10.1080/10429247.2014.11432002>
- Singh, S.K., Gupta, S., Busso, D. y Kamboj, S. (2019). Top management knowledge value, knowledge sharing practices, open innovation, and organizational performance. *Journal of Business Research*, 128(5), 788-798. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.04.040>

- Stefan, I. y Bengtsson, L. (2017). Unraveling appropriability mechanism and openness depth effects on firm performance across stage in the innovation process. *Technological Forecasting & Social Change*, 120(1), 252-260. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.014>
- Tanguy, C. (2016). Cooperation in the food industry: Contributions and limitations of the open innovation model. *Journal of Innovation and Economic Management*, 1(1), 61-86. <https://doi.org/10.3917/jie.019.0061>
- Torkkeli, M., Kock, C. y Salmi, P. (2009). The open innovation paradigm: A contingency perspective. *Journal of Industrial Engaged Management*, 2(1), 176-207. [doi:10.3926/jiem.v2n1.p176-207](https://doi.org/10.3926/jiem.v2n1.p176-207)
- Triguero, A., Fernández, S. y Sáez-Martínez, F. (2018). Inbound open innovative strategies and eco-innovation in the Spanish food and beverage industry. *Sustainable Production and Consumption*, 15(1), 49-64. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.04.002>
- Tsai, K.H. y Liao, Y.C. (2017). Sustainability strategy and eco-innovation: A moderation model. *Business Strategy and the Environment*, 26(1), 426-437. <https://doi.org/10.1002/bse.1926>
- Tucci, C.L., Chesbrough, H., Piller, F., y West, J. (2016). When do firms undertake open, collaborative activities? Introduction to the special section on open innovation and open business models. *Industrial Corporation and Change*, 25(2), 283-288. <https://doi.org/10.1093/icc/dtw002>
- Valdez-Juárez, L.E. y Castillo-Vergara, M. (2021). Technological capabilities, open innovation, and eco-innovation: Dynamic capabilities to increase corporate performance of SMEs. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(8), 1-19. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010008>
- van de Vrande, V., de Jong, P.J., Vanhaverbeke, W. y de Rochemont, M. (2009). Open innovation in SMEs: Trends, motives, and management challenges. *Technovation*, 29(1), 423-437. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.10.001>
- Westman, L., Luederitz, C., Kundurpi, A., Mercado, A.J., y Burch, S.L. (2022). Market transformations as collaborative change: Institutional co-evolution through small business entrepreneurship. *Business Strategy and the Environment*, 32(2), 936-957. <https://doi.org/10.1002/bse.3083>
- Xin, X., Miao, X. y Cui, R. (2022). Enhancing sustainable development: Innovation eco-system cooperation, environmental resource orchestration, and disruptive green innovation. *Business Strategy and the Environment*, 32(4), 1388-402. <https://doi.org/10.1002/bse.3194>
- Zhang, D., Rong, Z. y Ji, Q. (2019). Green innovation and firm performance: Evidence from listed companies in China. *Resource, Conservation & Recycling*, 144(1), 48-55. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.023>



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)