Revista Iberoamericana de la Educación, Vol - 10 No. 4, October - December 2026
e-ISSN: 2737-632x
Pgs 149-167

Innovation profiles in colombian metalworking companies according to their R&D investment and export activity

Perfiles de innovación en empresas metalmecánicas colombianas según su inversión en I+D y su actividad exportadora

Juan Manuel Baquero Bonilla*

How to cite:
Baquero, J. (2026) Innovation profiles in colombian metalworking companies according to their R&D investment and export activity. *Revista Iberoamericana De educación,* 10 (4).

Received: September, 2026
Approved: October, 2026

http://www.revista-iberoamericana.org/index.php/es

Administrador de Empresas. Especialista en Cooperación Internacional para el Desarrollo. Magister en Sistemas de Gestión
Investigador independiente
https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0001-5666-7574
juanbaquero397@gmail.com

Abstract

This article aims to characterize the innovation profiles of Colombian metalworking firms according to their research and development investment and export activity during 2017–2018. An exploratory descriptive study is conducted through a secondary analysis of clustering results reported in a previous investigation based on the Ninth Survey of Technological Development and Innovation (EDIT IX). The original study characterizes 743 metalworking firms and subsequently segments a subset comprising innovative and potentially innovative firms. Its procedure uses the K-means algorithm and incorporates workforce participation, educational attainment, external collaboration, and interdisciplinary teams alongside investment and exports. The published results describe three profiles: firms with neither research and development investment nor interdisciplinary teams; firms with research and development investment but no exports; and firms combining research and development investment with export activity. These profiles reveal distinct configurations of resources and participation in foreign markets, without establishing a maturity sequence or a causal relationship between their characteristics. The study concludes that segmentation complements the survey's innovation categories and provides a basis for differentiated assessments of firms. Interpretation is limited by the normalization choices, the treatment of zero values, and the absence of independent validation of the clustering in the present study.

Keywords: innovation profiles, metalworking industry, research and development, exports, cluster analysis, EDIT IX.

Resumen
El presente artículo tiene como objetivo caracterizar los perfiles de innovación de empresas metalmecánicas colombianas a partir de su inversión en investigación y desarrollo y su actividad exportadora durante el período 2017–2018. Se desarrolla un estudio descriptivo de alcance exploratorio mediante el análisis secundario de los resultados de agrupamiento reportados en una investigación basada en la Novena Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT IX). El documento de origen caracteriza un conjunto de 743 empresas metalmecánicas y posteriormente aplica una segmentación a un subconjunto que reúne empresas innovadoras y potencialmente innovadoras. El procedimiento original utiliza el algoritmo K-means e incorpora, además de inversión y exportaciones, variables de participación del personal, formación, colaboración externa y grupos interdisciplinarios. Los resultados publicados describen tres perfiles: empresas sin inversión en investigación y desarrollo ni grupos interdisciplinarios; empresas con inversión en investigación y desarrollo, pero sin exportaciones; y empresas que combinan inversión en investigación y desarrollo con actividad exportadora. Estos perfiles permiten reconocer configuraciones diferenciadas de recursos y vinculación con mercados externos, sin establecer una secuencia de madurez ni una relación causal entre sus características. Se concluye que la segmentación complementa las categorías de innovación de la encuesta y aporta elementos para orientar diagnósticos empresariales diferenciados. Su interpretación está limitada por las decisiones de normalización, el tratamiento de los valores nulos y la ausencia de una validación independiente del agrupamiento en el presente estudio.
Palabras clave: perfiles de innovación, industria metalmecánica, investigación y desarrollo, exportaciones, análisis de conglomerados, EDIT IX.

INTRODUCTION

La relación entre inversión en investigación y desarrollo (I+D) y actividad exportadora constituye un problema relevante para comprender la diversidad de comportamientos innovadores en la industria manufacturera. Las empresas difieren en los recursos que destinan a generar conocimiento, en su participación en mercados externos y en las capacidades con las que articulan ambas actividades. Aw et al. (2011) estudian estas decisiones mediante un modelo dinámico que permite examinar sus vínculos con la

productividad futura. Su perspectiva destaca la importancia de analizar conjuntamente inversión y exportación, sin asumir que una determina automáticamente a la otra.

Esta precaución resulta necesaria porque el mejor desempeño de las empresas exportadoras admite distintas explicaciones. Bernard y Jensen (1999) encuentran evidencia de que las empresas con mejores características tienden a incorporarse a los mercados internacionales, lo que cuestiona la atribución de todas sus ventajas a la experiencia exportadora. Por su parte, Cassiman et al. (2010), mediante información de empresas manufactureras españolas, relacionan la innovación de producto con la productividad y la entrada de pequeñas empresas a los mercados externos. Ambos antecedentes justifican estudiar las configuraciones empresariales observadas sin confundir asociación, selección y aprendizaje posterior a la exportación.

La interpretación también exige diferenciar la inversión en I+D de la innovación. El Manual de Oslo establece que una innovación supone introducir un producto o implementar un proceso significativamente diferente de los anteriores; por tanto, la asignación de recursos a investigación no constituye, por sí misma, un resultado innovador (OECD & Eurostat, 2018). Una empresa puede desarrollar proyectos cuyos resultados todavía no se implementan, mientras otra puede introducir cambios mediante mecanismos diferentes de la investigación formal. Esta distinción permite analizar perfiles empresariales sin utilizar el gasto como equivalente directo del desempeño.

La capacidad de absorción ofrece una explicación sobre el aprovechamiento del conocimiento. Cohen y Levinthal (1990) sostienen que reconocer el valor de información externa, asimilarla y aplicarla depende del conocimiento previamente acumulado por la organización. Desde esta perspectiva, la I+D puede contribuir tanto a producir conocimientos como a mejorar la capacidad para utilizar los disponibles en el entorno. Para interpretar perfiles de empresas metalmecánicas, este enfoque permite considerar que inversiones semejantes pueden acompañarse de resultados distintos, según las capacidades existentes. Sin embargo, esa explicación requiere contrastación empírica y no puede deducirse únicamente de la presencia de gasto.

Las capacidades dinámicas complementan esta perspectiva al destacar la integración y reconfiguración de competencias internas y externas frente a cambios del entorno (Teece et al., 1997). La combinación de recursos tecnológicos y participación internacional puede analizarse, entonces, como parte de una organización

empresarial más amplia. A su vez, Jensen et al. (2007) distinguen el aprendizaje basado en conocimientos científicos y tecnológicos del aprendizaje mediante la práctica, el uso y la interacción. Estas contribuciones ayudan a interpretar la diversidad de perfiles sin establecer una jerarquía automática en la que toda empresa sin I+D formal carezca de posibilidades de innovación.

Las relaciones externas también requieren atención. Laursen y Salter (2006) identifican una relación curvilínea entre la búsqueda de conocimiento externo y el desempeño innovador, lo que indica que ampliar las fuentes consultadas no genera beneficios ilimitados. En el plano sectorial, Malerba (2002) explica que las oportunidades de aprendizaje y transformación dependen de las bases de conocimiento, los actores y las instituciones vinculados con cada actividad. Ambos planteamientos respaldan una interpretación contextualizada de los perfiles: su significado depende de las condiciones productivas y organizacionales, además de los valores registrados en inversión y exportaciones.

En Colombia, Sepúlveda-Rivillas et al. (2024) identifican grupos manufactureros con diferentes comportamientos relacionados con las actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Su investigación muestra la utilidad de las técnicas de agrupamiento para reconocer configuraciones empresariales que no se expresan adecuadamente mediante un promedio general. Este antecedente es pertinente para estudiar la metalmecánica, aunque sus agrupaciones no pueden trasladarse directamente a otro análisis. La selección de empresas, las variables incorporadas y las decisiones metodológicas condicionan la composición de los conglomerados y el alcance de las interpretaciones.

La EDIT IX proporciona el marco estadístico del estudio. El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2019) reportó información de 7.529 empresas manufactureras para el período 2017–2018 y diferenció empresas innovadoras en sentido estricto, innovadoras en sentido amplio, potencialmente innovadoras y no innovadoras. Estas categorías describen situaciones relativas a los resultados de innovación. Los perfiles construidos mediante agrupamiento responden a una lógica diferente: identifican similitudes entre características seleccionadas. Por ello, ambas clasificaciones pueden complementarse, pero no deben considerarse equivalentes ni utilizarse indistintamente.

A partir de esta encuesta, Jiménez Arrieta y Baquero Bonilla (2020) caracterizaron 743 empresas metalmecánicas y desarrollaron un análisis mediante K-means. El procedimiento incorporó inversión en

I+D, exportaciones respecto de las ventas, participación del personal en actividades de innovación, formación, colaboración externa y grupos interdisciplinarios. Tras una primera segmentación del conjunto empresarial, los autores restringieron el análisis a las categorías innovadoras y potencialmente innovadoras y describieron tres agrupaciones. Esta evidencia constituye el punto de partida del presente artículo, cuyo interés se concentra en interpretar el papel de la inversión y la actividad exportadora dentro de esas configuraciones.

El problema de investigación consiste en precisar qué diferencias empresariales permiten describir estos perfiles y qué límites deben acompañar su interpretación. La normalización de las variables, la sustitución de ceros por valores negativos y la elección del número de grupos influyen en las distancias utilizadas por el algoritmo. En consecuencia, los conglomerados publicados se examinan como resultados de un procedimiento específico, no como categorías naturales o etapas sucesivas de desarrollo. Tampoco se presupone que exportar sea consecuencia de invertir en I+D o que las empresas sin exportaciones presenten necesariamente un desempeño inferior.

La pregunta que orienta el artículo es: ¿qué perfiles de innovación se describen entre las empresas metalmecánicas analizadas según su inversión en I+D y actividad exportadora? El objetivo es caracterizar e interpretar los perfiles reportados en el documento base, considerando las variables organizacionales que acompañaron su construcción. Se adopta un análisis secundario, descriptivo y exploratorio, sin ejecutar nuevamente el algoritmo ni estimar efectos causales. La contribución consiste en ofrecer una lectura de las configuraciones empresariales y discutir su utilidad para orientar diagnósticos diferenciados, delimitando las conclusiones al período, las empresas y el procedimiento examinados.

Metodología

Enfoque y diseño de la investigación

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo y exploratorio, mediante el análisis secundario de resultados estadísticos publicados. Se utilizó un diseño no experimental, delimitado al período 2017–2018, para caracterizar perfiles empresariales relacionados con la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y la actividad exportadora.

La fuente empírica principal fue el estudio de Jiménez Arrieta y Baquero Bonilla (2020), elaborado a partir de la Novena Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT IX). El presente artículo

examinó el procedimiento de agrupamiento y las características de los conglomerados descritos en esa investigación. No se ejecutó nuevamente el algoritmo K-means ni se efectuó una validación independiente con microdatos. Por tanto, se distingue entre el procesamiento estadístico realizado por los autores originales y la interpretación documental desarrollada en este trabajo.

Fuente de información y delimitación empresarial

La EDIT IX constituye el marco estadístico de referencia. Para el período 2017–2018, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2019) reportó información de 7.529 empresas manufactureras. Dentro de ese conjunto, la investigación de Jiménez Arrieta y Baquero Bonilla (2020) identificó 743 empresas metalmecánicas.

Las tabulaciones del documento base distribuyen estas empresas en 607 no innovadoras, 22 potencialmente innovadoras, 113 innovadoras en sentido amplio y una innovadora en sentido estricto. Estas categorías se conservaron para contextualizar la selección utilizada en el agrupamiento, sin equiparar a las empresas potencialmente innovadoras con aquellas que reportaron innovaciones.

El procedimiento original comprendió una primera aplicación del algoritmo al conjunto metalmecánico y una segunda restringida a las categorías innovadoras y potencialmente innovadoras. Estas últimas reúnen 136 empresas según las tablas de caracterización. Sin embargo, este total constituye el universo de referencia del subconjunto: al no disponer de la matriz utilizada en la ejecución, no fue posible comprobar independientemente el número efectivo de observaciones procesadas ni la existencia de exclusiones adicionales.

Variables consideradas

La interpretación se centró en la inversión en I+D y la actividad exportadora. No obstante, los perfiles originales se construyeron mediante un conjunto más amplio de variables. Por esta razón, se mantuvieron las dimensiones organizacionales complementarias al describir el procedimiento y sus resultados.

Tabla 1

Variables incorporadas en el agrupamiento original y alcance de su interpretación

Variable	**Descripción en el documento base**	**Uso en el presente artículo**

Inversión en I+D	Monto de inversión utilizado como entrada del algoritmo	Diferenciar perfiles con y sin inversión reportada
Actividad exportadora	Exportaciones respecto de las ventas	Identificar presencia de exportaciones y vinculación con mercados externos
Personal en ACTI	Porcentaje del personal involucrado en actividades científicas, tecnológicas y de innovación	Contextualizar la participación del personal
Formación del personal	Porcentaje de trabajadores con educación profesional o superior	Describir la dimensión formativa incorporada
Colaboración externa	Número de colaboraciones con agentes externos en actividades de innovación	Considerar la dimensión relacional del agrupamiento
Grupos interdisciplinarios	Existencia o ausencia de estos grupos	Complementar la caracterización organizacional

Nota. Elaboración propia a partir de Jiménez Arrieta y Baquero Bonilla (2020, pp. 120–123). Las descripciones corresponden a las variables declaradas por los autores; no implican una verificación independiente de su codificación en la matriz original.

La inversión absoluta en I+D no se trató como equivalente a la intensidad de inversión respecto de las ventas. Asimismo, la presencia de exportaciones se distinguió de su participación en la facturación. Estas diferencias son relevantes porque una clasificación basada en presencia o ausencia de una actividad no permite determinar su magnitud relativa.

Procedimiento estadístico reportado en la fuente

Jiménez Arrieta y Baquero Bonilla (2020) describen una normalización mínimo–máximo para ajustar las variables a una escala común. El procedimiento transforma cada observación mediante la siguiente expresión:

$$z_{ij}=\frac{x_{ij}-\min(x_j)}{\max(x_j)-\min(x_j)}$$

En esta expresión, x_{ij} representa el valor de la empresa (i) en la variable (j), mientras que los términos mínimo y máximo corresponden a los extremos de esa variable en el conjunto procesado.

Además, los autores reportan la sustitución de valores iguales a cero por −1 para acentuar su separación respecto de los valores positivos. Esta transformación se considera una decisión específica del estudio original. No corresponde a una identificación de datos faltantes y modifica las distancias entre observaciones, por lo que puede influir en la composición de los conglomerados.

El agrupamiento se realizó mediante K-means, utilizando Python y herramientas de procesamiento y análisis de datos. En la primera aplicación se fijaron cuatro grupos. Según la descripción publicada, las categorías innovadoras quedaron reunidas en un conglomerado, mientras que las empresas no innovadoras se distribuyeron en los otros tres. Posteriormente, los autores restringieron el conjunto analizado y establecieron una solución de tres grupos para examinar diferencias dentro de las categorías innovadoras y potencialmente innovadoras (Jiménez Arrieta & Baquero Bonilla, 2020, pp. 125–128).

El número de conglomerados fue fijado por los autores para aproximarse al número de categorías de innovación consideradas. En el apartado revisado no se reportan indicadores de validación que permitan establecer que esa cantidad de grupos sea la solución óptima. En consecuencia, el presente artículo interpreta los tres perfiles publicados sin atribuirles una superioridad estadística frente a otras segmentaciones posibles.

Procedimiento de análisis secundario

El análisis documental comprendió la revisión de las variables declaradas, las transformaciones aplicadas y las dos etapas de agrupamiento. Posteriormente, se organizaron las características con las que los autores describen cada conglomerado, dando prioridad a la inversión en I+D y la actividad exportadora y conservando las dimensiones complementarias necesarias para interpretar los perfiles.

Las denominaciones utilizadas se formularon como etiquetas descriptivas. No representan niveles de madurez, categorías oficiales de la EDIT ni trayectorias temporales entre las que necesariamente transiten las empresas. Tampoco se asignó al primer perfil una condición exportadora uniforme cuando esta no quedó expresamente establecida en su descripción.

No se calcularon tamaños de conglomerados, centroides, medidas de dispersión o diferencias estadísticamente significativas a partir de información insuficiente. La literatura sobre innovación y exportaciones se empleó para discutir interpretaciones posibles, manteniendo separadas las características observadas de las explicaciones que requerirían comprobación adicional.

Resultados

Delimitación de los perfiles identificados

El análisis secundario permitió reconocer tres perfiles en la solución final de agrupamiento presentada por Jiménez Arrieta y Baquero Bonilla (2020). Estos perfiles corresponden al subconjunto de categorías innovadoras y potencialmente innovadoras considerado en la segunda aplicación del algoritmo. Por tanto, no constituyen una clasificación exhaustiva de las 743 empresas metalmecánicas caracterizadas inicialmente.

La descripción publicada diferencia las agrupaciones principalmente por la presencia de inversión en investigación y desarrollo (I+D), la existencia de exportaciones y, en uno de los perfiles, la ausencia de grupos interdisciplinarios. Aunque el procedimiento incorporó otras variables, el documento no ofrece en el apartado analizado una tabla de centroides y tamaños de conglomerado que permita cuantificar sistemáticamente todas sus diferencias.

Tabla 2

Características de los perfiles empresariales descritos en el agrupamiento original

Característica	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
Denominación descriptiva	Sin inversión en I+D ni grupos interdisciplinarios	Con inversión en I+D y sin exportaciones	Con inversión en I+D y exportaciones
Inversión en I+D	Ausente	Presente	Presente

Actividad exportadora	No precisada uniformemente en la descripción del perfil	Ausente	Presente
Grupos interdisciplinarios	Ausentes	No se establece una condición uniforme	No se establece una condición uniforme
Rasgo distintivo reportado	Ausencia simultánea de I+D y grupos interdisciplinarios	Inversión en I+D sin participación exportadora	Coincidencia de inversión en I+D y participación exportadora

Nota. Elaboración propia a partir de la descripción de los conglomerados de Jiménez Arrieta y Baquero Bonilla (2020, p. 128). La numeración y las denominaciones se utilizan para organizar la exposición; no representan una jerarquía de desempeño ni necesariamente coinciden con las etiquetas numéricas del algoritmo. La información no especificada no se interpreta como ausencia.

Perfil 1 — Empresas sin inversión en I+D ni grupos interdisciplinarios

El primer perfil reúne empresas que, según la descripción original, no registraron inversión en I+D ni contaron con grupos interdisciplinarios. Su rasgo distintivo consiste en la ausencia simultánea de estas dos características dentro del subconjunto analizado (Jiménez Arrieta & Baquero Bonilla, 2020, p. 128).

La pertenencia de estas empresas al conjunto seleccionado para la segunda segmentación muestra que la ausencia de inversión en I+D no equivale automáticamente a su clasificación como no innovadoras. Sin embargo, la información disponible no permite establecer cuántas pertenecían a la categoría de innovación en sentido amplio y cuántas eran potencialmente innovadoras. Tampoco permite identificar los mecanismos mediante los cuales desarrollaron sus actividades o resultados de innovación.

La descripción del conglomerado no establece una condición exportadora uniforme. En consecuencia, este perfil no se denomina "sin I+D y sin exportaciones", ya que esa formulación incorporaría una característica que no queda suficientemente definida para todas sus empresas. Asimismo, la ausencia de grupos interdisciplinarios no

permite concluir que estas organizaciones carecieran de colaboración informal, aprendizaje práctico u otras formas de coordinación.

Perfil 2 — Empresas con inversión en I+D y sin exportaciones

El segundo perfil se caracteriza por registrar inversión positiva en I+D y ausencia de exportaciones durante el período de referencia. Esta combinación distingue a las empresas que realizaron esfuerzos de investigación y desarrollo sin participación exportadora registrada en la información analizada (Jiménez Arrieta & Baquero Bonilla, 2020, p. 128).

El resultado permite reconocer una configuración en la que la inversión tecnológica coexistió con la atención al mercado interno. No obstante, la ausencia de exportaciones durante 2017–2018 no demuestra una orientación exclusivamente nacional de largo plazo. La información utilizada tampoco permite determinar si estas empresas habían exportado anteriormente, preparaban su ingreso a mercados externos o participaban indirectamente en cadenas exportadoras.

La fuente no establece un umbral que permita clasificar la inversión de este perfil como baja, media o alta. Por ello, su caracterización se limita a la presencia de gasto positivo. Tampoco se dispone de información suficiente para comparar la intensidad de I+D respecto de las ventas entre este conglomerado y el perfil exportador.

Perfil 3 — Empresas con inversión en I+D y actividad exportadora

El tercer perfil combina inversión positiva en I+D con presencia de exportaciones. Su característica distintiva es la coincidencia de ambas actividades dentro de la configuración identificada por el procedimiento original (Jiménez Arrieta & Baquero Bonilla, 2020, p. 128).

Esta combinación permite diferenciarlo del segundo perfil, que también registra inversión en I+D, pero carece de exportaciones. Sin embargo, la pertenencia al tercer grupo no demuestra que las inversiones hayan generado el acceso a mercados internacionales. Del mismo modo, no permite establecer que la experiencia exportadora haya provocado un aumento del gasto en investigación y desarrollo.

Aunque la actividad exportadora se incorporó al algoritmo como proporción de las ventas, la descripción narrativa del perfil destaca su presencia. Sin los valores individuales y los centroides, no es posible determinar si sus integrantes presentaron una intensidad exportadora semejante o si coexistieron empresas con participaciones externas muy diferentes.

Comparación entre los perfiles

La comparación muestra que la presencia de inversión en I+D distingue al primer perfil de los otros dos. Entre los perfiles segundo y tercero, la diferencia explícitamente reportada corresponde a la actividad exportadora. La existencia de empresas que invirtieron sin exportar indica que ambas condiciones no coincidieron en todas las organizaciones del subconjunto.

No obstante, los perfiles no constituyen una clasificación construida exclusivamente mediante el cruce de dos variables binarias. El agrupamiento original incorporó seis dimensiones, y el primer conglomerado también fue descrito por la ausencia de grupos interdisciplinarios. Por tanto, no corresponde convertir los tres grupos en una matriz completa de empresas con o sin I+D y con o sin exportaciones, ni deducir la inexistencia de combinaciones que no fueron descritas separadamente.

Asimismo, las características que distinguen los conglomerados formaron parte de las entradas del algoritmo. Su separación posterior describe el resultado del procedimiento, pero no constituye una prueba estadística independiente sobre la relación entre inversión, exportaciones y desempeño innovador.

Alcance de la información sobre características complementarias

La participación del personal en actividades científicas, tecnológicas y de innovación, su nivel de formación y la colaboración externa integraron el procedimiento de segmentación. Sin embargo, la exposición revisada no proporciona valores resumidos suficientes para comparar sistemáticamente estas dimensiones entre los tres perfiles.

Los mapas de calor del documento original ofrecen una representación visual de las variables transformadas, pero no sustituyen una tabla de estadísticas por conglomerado. En consecuencia, el presente análisis no asigna porcentajes de personal, promedios de colaboración ni niveles de formación a cada perfil. Tampoco reproduce como resultados comprobados las interpretaciones causales formuladas en la discusión de la tesis.

Tabla 3

Alcance de la caracterización obtenida mediante el análisis secundario

Dimensión	**Resultado que puede describirse**	**Información pendiente de verificación**
Número de perfiles finales	Tres agrupaciones reportadas	Estabilidad frente a otras soluciones

Inversión en I+D	Ausencia en el primer perfil y presencia en los otros dos	Montos, intensidad y dispersión por grupo
Exportaciones	Ausencia en el segundo perfil y presencia en el tercero	Situación uniforme del primero e intensidad por grupo
Grupos interdisciplinarios	Ausencia en el primer perfil	Distribución en los perfiles restantes
Composición empresarial	Segmentación del subconjunto seleccionado	Número efectivo de empresas y tipologías dentro de cada grupo
Variables de personal y colaboración	Incorporación al algoritmo original	Estadísticas descriptivas por conglomerado

Nota. Elaboración propia a partir de la revisión del procedimiento y los resultados publicados por Jiménez Arrieta y Baquero Bonilla (2020, pp. 120–132).

La evidencia disponible permite, por tanto, una caracterización exploratoria de tres configuraciones empresariales. Su contribución reside en distinguir combinaciones de inversión y participación exportadora que las categorías generales de innovación no describen directamente. La información revisada no permite establecer su frecuencia relativa, ordenarlas por desempeño ni interpretarlas como etapas de una trayectoria empresarial.

Los perfiles descritos permiten reconocer diferentes combinaciones de inversión en investigación y desarrollo (I+D), actividad exportadora y características organizacionales dentro del subconjunto empresarial analizado. Su principal aporte consiste en mostrar que las empresas consideradas innovadoras o potencialmente innovadoras no comparten necesariamente una misma configuración de recursos y mercados. Esta heterogeneidad complementa las categorías de la EDIT IX, pero no establece niveles de desempeño ni demuestra que las organizaciones deban transitar entre los perfiles siguiendo una secuencia determinada.

La interpretación coincide con la perspectiva de Malerba (2002), según la cual las actividades de innovación se desarrollan en contextos sectoriales caracterizados por diferentes conocimientos, actores e interacciones. También guarda relación con los resultados de Sepúlveda-Rivillas et al. (2024), quienes identifican

comportamientos diferenciados en empresas manufactureras colombianas. Sin embargo, la coincidencia se limita al reconocimiento de la heterogeneidad: las poblaciones, variables y procedimientos de agrupamiento difieren, por lo que no corresponde equiparar los conglomerados de ambas investigaciones.

Innovación sin inversión formal en I+D

El primer perfil muestra que la ausencia de inversión en I+D puede encontrarse dentro de un subconjunto que reúne empresas innovadoras y potencialmente innovadoras. Este resultado exige distinguir la investigación formal de otras actividades vinculadas con la innovación. De acuerdo con OECD y Eurostat (2018), la identificación de una innovación depende de la introducción de un producto o la implementación de un proceso significativamente diferente, no exclusivamente de la ejecución de gasto en I+D.

Jensen et al. (2007) aportan una perspectiva pertinente al diferenciar el aprendizaje basado en conocimiento científico y tecnológico del aprendizaje mediante la práctica, el uso y la interacción. Su planteamiento permite considerar posibles vías de cambio empresarial que no se expresan completamente en el gasto formal de investigación. No obstante, la información disponible no demuestra que las empresas del primer perfil hayan seguido esas vías. La ausencia de I+D constituye una característica observada; atribuirla a un modo específico de aprendizaje requeriría examinar sus prácticas productivas y organizacionales.

Del mismo modo, la inexistencia de grupos interdisciplinarios no implica necesariamente ausencia de intercambio de conocimientos. Una empresa puede mantener mecanismos informales de colaboración que no quedan representados por ese indicador. Cohen y Levinthal (1990) señalan que la capacidad para reconocer y aprovechar información externa depende del conocimiento acumulado y de los procesos organizacionales de aprendizaje. Esta perspectiva sugiere examinar las competencias existentes antes de interpretar el primer perfil como una situación general de debilidad tecnológica.

Inversión en I+D sin actividad exportadora

El segundo perfil evidencia la coexistencia de inversión positiva en I+D y ausencia de exportaciones durante el período de referencia. Esta combinación cuestiona una interpretación lineal en la que todo esfuerzo de investigación conduce inmediatamente a la internacionalización. Las inversiones pueden orientarse a productos, procesos o necesidades del mercado nacional, aunque el documento analizado no permite identificar sus objetivos concretos.

Bernard y Jensen (1999) muestran que las diferencias entre empresas exportadoras y no exportadoras pueden preceder a la entrada en los mercados internacionales. Su investigación advierte sobre la necesidad de distinguir las características que favorecen la exportación de los efectos posteriores de exportar. En el presente estudio, la existencia de empresas que invierten sin exportar no permite determinar si enfrentan restricciones comerciales, desarrollan capacidades para una entrada futura o mantienen una estrategia centrada en clientes nacionales.

Cassiman et al. (2010) también destacan la importancia del tipo de innovación al examinar la relación entre productividad y entrada a mercados externos. Esta contribución resulta relevante porque el indicador de inversión utilizado en el agrupamiento no distingue entre proyectos orientados a productos y procesos. En consecuencia, empresas con gasto positivo pueden perseguir objetivos distintos, y la ausencia de exportaciones no constituye por sí sola evidencia de que sus inversiones hayan fracasado.

Coincidencia de I+D y exportaciones

El tercer perfil reúne empresas que combinan inversión en I+D con actividad exportadora. Su identificación resulta compatible con una perspectiva que estudia conjuntamente las decisiones tecnológicas y comerciales. Aw et al. (2011) analizan estas decisiones mediante un modelo dinámico que contempla sus vínculos con la trayectoria de productividad. Su investigación ofrece un fundamento para explorar complementariedades, pero no permite atribuirlas automáticamente a las empresas del presente estudio.

La coincidencia de ambas actividades admite distintas explicaciones. Las capacidades tecnológicas podrían facilitar la participación internacional; la exposición a mercados externos podría modificar los incentivos para invertir; o ambas decisiones podrían responder a características empresariales previas. El análisis transversal de conglomerados no distingue entre estas posibilidades. Para hacerlo sería necesario observar la secuencia temporal de inversión, entrada exportadora y resultados, además de controlar diferencias relevantes entre empresas.

Desde el enfoque de capacidades dinámicas, Teece et al. (1997) destacan la integración y reconfiguración de recursos frente a cambios del entorno. Esta perspectiva permite interpretar la combinación de I+D y exportaciones como parte de una configuración organizacional más amplia. Sin embargo, la información disponible no mide directamente esas capacidades ni

permite concluir que el tercer perfil sea superior a los demás en rentabilidad, productividad o sostenibilidad.

Variables complementarias y significado de los perfiles

La participación del personal, la formación y la colaboración externa formaron parte del agrupamiento original, aunque la descripción publicada se concentra principalmente en inversión y exportaciones. Esta diferencia entre las variables utilizadas para construir los grupos y las seleccionadas para explicarlos requiere cautela. Las denominaciones simplifican la exposición, pero no representan toda la información que intervino en la asignación de las empresas.

Laursen y Salter (2006) muestran que la relación entre búsqueda externa de conocimiento y desempeño innovador puede ser no lineal. Su aporte impide asumir que un mayor número de colaboraciones represente necesariamente una mejor capacidad de innovación. Para interpretar esa dimensión sería necesario conocer la naturaleza, continuidad y utilidad de los vínculos, aspectos que no pueden establecerse mediante la descripción de los perfiles examinados.

Condicionamientos del procedimiento de agrupamiento

Los resultados también deben interpretarse considerando las decisiones metodológicas de Jiménez Arrieta y Baquero Bonilla (2020). La normalización mínimo–máximo modifica la escala de las variables, mientras que la sustitución de ceros por −1 introduce una separación adicional respecto de los valores positivos. Dado que la presencia o ausencia de I+D y exportaciones aparece como un rasgo central de los perfiles, resulta necesario evaluar cuánto depende esa diferenciación del tratamiento aplicado a los ceros.

Asimismo, el número de conglomerados fue fijado para aproximarse al número de categorías consideradas en la investigación original. Esta decisión no demuestra que tres grupos constituyan la representación más estable de los datos. La ausencia de una validación independiente en el presente artículo obliga a tratar los perfiles como una solución exploratoria, cuya utilidad descriptiva debe distinguirse de su reproducibilidad estadística.

La selección del subconjunto restringe además el alcance de las conclusiones. Los perfiles finales no incluyen a todas las empresas metalmecánicas caracterizadas inicialmente. Por ello, no permiten estimar la prevalencia nacional de cada configuración ni diseñar una clasificación exhaustiva del sector.

Implicaciones para el diagnóstico empresarial

Los perfiles ofrecen puntos de partida para formular preguntas diferenciadas. En las empresas sin I+D reportada sería pertinente examinar las fuentes de aprendizaje y los mecanismos de cambio

tecnológico. En aquellas que invierten sin exportar, el diagnóstico debería identificar los objetivos de la inversión y su estrategia de mercado. Para las que combinan ambas actividades, interesaría analizar la continuidad de los esfuerzos y la coordinación entre decisiones tecnológicas y comerciales.

Estas orientaciones constituyen propuestas de diagnóstico, no intervenciones cuya eficacia haya sido demostrada por el agrupamiento. Su aplicación requiere información sobre tamaño, especialización, clientes, trayectoria exportadora y resultados económicos. La contribución de la segmentación reside en organizar esa indagación y evitar que configuraciones empresariales diferentes reciban interpretaciones o apoyos uniformes.

Conclusions

El análisis secundario permitió caracterizar tres perfiles empresariales reportados en el estudio de origen: empresas sin inversión en investigación y desarrollo ni grupos interdisciplinarios; empresas con inversión en I+D y sin exportaciones; y empresas que combinan inversión en I+D con actividad exportadora. Estas configuraciones describen diferencias dentro del subconjunto de empresas innovadoras y potencialmente innovadoras, sin constituir una clasificación exhaustiva de la industria metalmecánica colombiana.

La presencia de empresas con inversión en I+D tanto entre las exportadoras como entre las no exportadoras muestra que ambas actividades no coinciden necesariamente durante un mismo período. Asimismo, el perfil sin inversión reportada evidencia que el gasto formal en investigación no permite, por sí solo, describir todas las situaciones comprendidas en las categorías empresariales analizadas. Estas observaciones justifican distinguir entre recursos destinados a innovar, resultados de innovación y participación en mercados externos.

Los perfiles complementan las categorías de la EDIT IX al describir combinaciones de características empresariales, pero no representan niveles de madurez ni etapas sucesivas de desarrollo. En particular, la coincidencia de I+D y exportaciones no demuestra superioridad en productividad, rentabilidad o sostenibilidad. Tampoco permite establecer si la inversión favoreció la exportación, si la participación internacional.

Referencias

Aw, B. Y., Roberts, M. J., & Xu, D. Y. (2011). R&D investment, exporting, and productivity dynamics. *American Economic Review, 101*(4), 1312–1344. https://doi.org/10.1257/aer.101.4.1312

Bernard, A. B., & Jensen, J. B. (1999). Exceptional exporter performance: Cause, effect, or both? *Journal of International Economics, 47*(1), 1–25. https://doi.org/10.1016/S0022-1996(98)00027-0

Cassiman, B., Golovko, E., & Martínez-Ros, E. (2010). Innovation, exports and productivity. *International Journal of Industrial Organization, 28*(4), 372–376. https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2010.03.005 sciencedirect.com

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly, 35*(1), 128–152. https://doi.org/10.2307/2393553

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2019). *Encuesta de desarrollo e innovación tecnológica: Industria manufacturera—EDIT IX 2017–2018* [Boletín técnico]. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_manufacturera_2017_2018.pdf

Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., & Lundvall, B. Å. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy, 36*(5), 680–693. https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.006

Jiménez Arrieta, A. E., & Baquero Bonilla, J. M. (2020). *Estudio de las empresas manufactureras del sector metalmecánico colombiano a partir de los factores asociados a la innovación* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Caribe en convenio con la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco].

Laursen, K., & Salter, A. (2006). Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal, 27*(2), 131–150. https://doi.org/10.1002/smj.507

Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy, 31*(2), 247–264. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00139-1

OECD, & Eurostat. (2018). *Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4th ed.). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264304604-en

Sepúlveda-Rivillas, C. I., Restrepo-Ramírez, C. G., & Vélez-Jaramillo, J. D. (2024). Dinámicas y comportamientos de las empresas innovadoras del sector manufacturero colombiano. *Revista Facultad de Ciencias Económicas, 32*(1), 41–61. https://doi.org/10.18359/rfce.6850

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal, 18*(7), 509–533. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z