

Análisis de los efectos de la inversión en innovación sobre el progreso técnico del sector industrial de plásticos en Bogotá

Andrés Giovanni Guarín Salinas

M. Sc. en Estudios Interdisciplinarios sobre Desarrollo
Profesor auxiliar. Universidad Libre. Centro de Investigaciones Facultad de Ingeniería (CIF)
Bogotá, Colombia
Ciencia e Ingeniería para el Desarrollo Sustentable (CINDES)
Rol del autor: intelectual
andres.guarin@unilivre.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-5732-5573>

Javier García-Estévez

Ph. D. en Economía
Profesor Asociado. Universidad de los Andes
Bogotá, Colombia
Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo de la Universidad de los Andes (CIDER)
Rol del autor: intelectual
jh.garcia@uniandes.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-5796-245X>

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF INNOVATION INVESTMENTS ON THE TECHNICAL PROGRESS OF THE PLASTICS INDUSTRY IN BOGOTÁ

ABSTRACT: This research examines the effects of innovation investments and the hiring of qualified personnel for industrial processes management on the technical progress made by companies in the plastics industry in Bogotá, Colombia; a sector that commonly reports low levels of strategic convergence with its territory and a high propensity to process imitation. Endogenous growth and integrationist organizational culture were the theoretical approaches followed by this study. The methodology was developed in two stages: first, the relationship between innovation, human capital and production level was addressed from a longitudinal statistical analysis of the Survey of Technological Development and Innovation in the Manufacturing Industry; afterward, involvement and adaptability factors of the Denison Model were measured through the direct application of a survey to companies in the plastics sector. We found that the impact of staff skills on production is significant and that such impact increases when observing staff with higher education attainment. Besides, involvement and adaptability factors were located in intermediate areas in which the efficient use of production resources is moderate.

KEYWORDS: Cluster, innovation, investment, plastics, progress.

ANÁLISE DOS EFEITOS DO INVESTIMENTO EM INOVAÇÃO SOBRE O PROGRESSO TÉCNICO DO SETOR INDUSTRIAL DE PLÁSTICOS EM BOGOTÁ

RESUMO: nesta pesquisa, são analisados os efeitos do investimento em inovação e na contratação de pessoal qualificado para a gestão de processos industriais sobre o progresso técnico das empresas do setor industrial de plásticos em Bogotá, Colômbia. Essa indústria é caracterizada por ter baixo nível de convergência estratégica com o território e uma propensão alta à imitação de processos. A abordagem teórica utilizada é a de crescimento endógeno e a de cultura organizacional integracionista. A metodologia é desenvolvida em duas etapas: em primeiro lugar, a relação entre inovação, capital humano e nível de produção foi baseada na análise estatística longitudinal a partir do Questionário de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica da Indústria Manufatureira; em segundo lugar, os fatores de envolvimento e adaptabilidade do Modelo Denison foram medidos por meio da aplicação direta de um questionário às empresas do setor. Na pesquisa, foi constatado que o impacto das habilidades do pessoal sobre a produção é significativo e é aumentado com o pessoal de ensino superior. Além disso, os fatores de envolvimento e adaptabilidade estão localizados em áreas intermediárias nas quais o uso eficiente dos recursos de produção é moderado.

PALAVRAS-CHAVE: cluster, inovação, investimento, plásticos, progresso

UNE ANALYSE DES EFFETS DE L'INVESTISSEMENT DANS L'INNOVATION SUR LE PROGRÈS TECHNIQUE DU SECTEUR INDUSTRIEL DES PLASTIQUES À BOGOTÁ

RÉSUMÉ: Cette recherche analyse les effets de l'investissement dans l'innovation et dans l'embauche de personnel qualifié pour la gestion des processus industriels sur le progrès technique des entreprises du secteur industriel des plastiques à Bogotá. Cette industrie se caractérise par un faible niveau de convergence stratégique avec le territoire et une forte propension à imiter les processus. L'approche théorique utilisée est celle de la croissance endogène et celle d'une culture organisationnelle intégrationniste. La méthodologie a été élaborée en deux étapes: premièrement, la relation entre l'innovation, le capital humain et le niveau de production était basée sur une analyse statistique longitudinale, qui partait de l'Enquête sur le développement technologique et l'innovation de l'industrie manufacturière; deuxièmement, on a mesuré les facteurs d'implication et d'adaptabilité du modèle Denison par l'application directe d'une enquête aux entreprises du secteur. La recherche a révélé que l'impact des compétences du personnel sur la production est significatif et augmente avec le personnel ayant passé par l'enseignement supérieur. De même, les facteurs d'implication et d'adaptabilité se situent dans des zones intermédiaires où l'utilisation efficace des ressources de production est modérée.

MOTS-CLÉ: cluster, innovation, investissement, plastiques et progrès.

CITACIÓN SUGERIDA: García-Estévez, J. & Guarín Salinas, A.G. (2021) Análisis de los efectos de la inversión en innovación sobre el progreso técnico del sector industrial de plásticos en Bogotá. *Innovar*, 31(80) 85-96. <https://doi.org/10.15446/innovar.v31n80.93666>

CLASIFICACIÓN JEL: O31, O32, O33.

RECIBIDO: 7/5/2018. **APROBADO:** 26/7/2019. **PUBLICACIÓN ANTICIPADA:** 5/3/2021

RESUMEN: Esta investigación analiza los efectos de la inversión en innovación y en la contratación de personal cualificado para la gestión de procesos industriales sobre el progreso técnico de las empresas del sector industrial de plásticos en Bogotá. Esta industria se caracteriza por tener un bajo nivel de convergencia estratégica con el territorio y una propensión alta a la imitación de procesos. El enfoque teórico empleado es el de crecimiento endógeno y el de cultura organizacional integracionista. La metodología se desarrolló en dos etapas: en primer lugar, la relación entre innovación, capital humano y nivel de producción se basó en un análisis estadístico longitudinal a partir de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de la Industria Manufacturera; en segundo lugar, los factores de involucramiento y adaptabilidad del Modelo Denison se midieron a través de la aplicación directa de una encuesta a las empresas del sector. La investigación encontró que el impacto de las habilidades del personal sobre la producción es significativo y se incrementa con el personal de educación superior. Asimismo, los factores de involucramiento y adaptabilidad se ubicaron en áreas intermedias en las que el uso eficiente de los recursos de producción es moderado.

PALABRAS CLAVE: clúster, innovación, inversión, plásticos, progreso.

Introducción

La generación de valor agregado y la competitividad de las empresas dependen de la intensidad de las actividades de creación, transferencia y aplicación de conocimientos en los aparatos productivos. Existe una correlación positiva entre la inversión en innovación y la productividad total de factores (Lambardi & Mora, 2014). Se ha hecho evidente, por tanto, que la innovación es uno de los factores claves del crecimiento económico y el desarrollo.

La dinámica de la innovación está redefiniendo las trayectorias de progreso técnico de los sistemas de producción. Por esta razón, las empresas están ante el reto de hacer parte de un sistema de cooperación que amplíe la base de conocimientos y propicie su desarrollo industrial (Mytelka, 2007). El rol del individuo frente a las estructuras de producción está siendo redefinido; ahora se trata de establecer un estado permanente de colaboración en pro de la innovación y de plantear un nuevo estilo de producción más basado en el experimentalismo (Mangabeira, 2009). Por lo tanto, los sectores industriales deben orientar sus decisiones de inversión en innovación hacia una mayor sofisticación de los procesos de manufactura que reduzca sus brechas tecnológicas y eleve su competitividad.

Para el caso de la industria colombiana, Lambardi y Mora (2014) encuentran que la decisión de invertir en innovación de procesos en las empresas manufactureras nacionales está en función de tres factores: i) el tamaño de la organización, ii) el origen del capital invertido y iii) las fuentes de ideas. Así, la probabilidad de que las empresas colombianas inviertan en innovación se incrementa 9,2% cuando estas son medianas o grandes, mientras que aumenta en menos de 1% cuando son microempresas. De igual forma, la probabilidad de inversión en innovación aumenta un 2% cuando el capital utilizado por las empresas es de origen extranjero en más de un 50% de participación. Por último, cuando las fuentes de ideas innovadoras provienen del uso de tecnologías de información, la probabilidad de inversión aumenta un 4%; cuando las ideas nacen de una casa matriz aumenta en 1%; y cuando las ideas surgen en universidades se incrementa en 0,9%.

Ante este panorama, es posible que la decisión de innovar por parte de las empresas manufactureras colombianas esté condicionada por la falta de una convergencia estratégica con el territorio que promueva su desarrollo endógeno (Vázquez-Barquero, 1997), debido a la imposibilidad de identificar áreas geográficas con recursos y procesos sofisticados que incentiven un crecimiento económico basado en un permanente progreso tecnológico (Miyazaki & Giraldo, 2015). Este fenómeno deriva presumiblemente de una deficiencia en los sistemas de gestión organizacional que erosiona la productividad y rentabilidad de las compañías a largo plazo, al presentarse un tipo perenne de cultura organizacional en los sistemas productivos en donde la mayoría de empresas que conforman la aglomeración industrial son proclives a desarrollar actividades parecidas con un alto nivel de imitación y, en consecuencia, la incorporación de actividades diferenciadoras generadas en los procesos de innovación y desarrollo es casi inexistente.

Por lo tanto, la hipótesis central de esta investigación plantea que las empresas manufactureras que hacen parte de un clúster sin convergencia estratégica con el territorio no logran incorporar dentro de sus trayectorias de progreso técnico el aumento de capacidades tecnológicas de innovación, por dos razones fundamentales: i) debido a que no se logra una articulación sostenida entre la identificación anticipada de cambios en los mercados, derivada de las fluctuaciones de la demanda, y el desarrollo interno de equipos de trabajo de alto rendimiento, eficientes y autogestionados, que permitan un direccionamiento óptimo hacia la conceptualización y el desarrollo de nuevos productos y servicios; ii) en estas empresas no se da una inversión permanente en mejoramiento continuo de procesos industriales, ni se contrata un mayor número de personal cualificado que se desempeñe en áreas organizacionales clave para la formulación y el desarrollo de proyectos I+D. Estas dos condiciones llevarían a las empresas hacia una ralentización de sus aparatos productivos, a una caída en su productividad, a un rezago de la industria y al aumento de la heterogeneidad estructural entre sectores (Cimoli & Porcile, 2013).

La comprobación de la hipótesis se realiza a través del estudio del clúster industrial de plásticos en Bogotá, que en el 2012 tenía cerca de 3.200 productores y comercializadores (Centro de Investigaciones para el Desarrollo [CID], 2012). Así las cosas, en el 2015 la producción de artículos como envases y formas básicas, estibas y canastillas, así como la comercialización de plásticos flexibles, se ha concentrado en los barrios de Carvajal, María Paz, Quiroga y Restrepo (Sánchez, 2015). Asimismo, en el 2015 el sector de fabricación de productos de caucho y plástico representó el 8,6% de las exportaciones no tradicionales de Bogotá (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2016).

Aunque el sector de plásticos posee una ventaja competitiva en términos de elaboración de productos derivados del petróleo y de formas básicas hechas de plástico, presenta un bajo desarrollo industrial. Este sector no ha orientado sus esfuerzos hacia mejores procesos de manufactura con alto valor tecnológico, como por ejemplo empaques con dispositivos nanotecnológicos, sistemas físicos de control de vacío e incorporación de aditivos que prologuen el ciclo de vida (CID, 2012).

Igualmente, el sector de plásticos no alcanza a establecer una productividad por trabajador óptima (Guarín et al., 2013), que se traduzca en un mayor grado de sofisticación de los sistemas de producción, lo que trae consigo que los factores diferenciadores en la oferta de productos sean muy limitados y, por lo tanto, no se identifique un cambio



en las trayectorias tecnológicas que le puedan conferir mayor competitividad al llevar a cabo procesos profundos de innovación.

La pregunta estructural del estudio se centra en establecer cuál es el impacto de la inversión en innovación para la gestión en procesos industriales y de la contratación de personal cualificado, sobre los cambios de producción que definen el progreso técnico de las empresas del sector industrial de plásticos localizadas en Bogotá. La investigación determina, en primer lugar, las diferencias presentes en el progreso técnico de aquellas empresas con características similares a las del sector industrial de plásticos en Bogotá, como resultado de procesos de innovación empresarial diferenciales; en segundo lugar, esta investigación busca determinar si en la mayoría de empresas vinculadas al sector objeto de estudio la absorción del progreso técnico es sostenido dentro de sus prácticas de manufactura, en las que se identifique una articulación directa entre la inversión en capital tecnológico, la educación de su fuerza laboral y la conformación de una red local que dé impulso a la generación de ideas.

En consecuencia, este estudio consideró las teorías de crecimiento endógeno, específicamente los aportes hechos en este campo por Paul Romer (1994), en los que el progreso técnico es un ejercicio de experimentación constante derivado de la armonía entre los aportes del recurso humano calificado y la intensidad tecnológica desarrollada al interior de las organizaciones, que se convierte en el factor fundamental para el crecimiento económico.

Romer (1994) considera al progreso técnico como un resultado del trabajo interno en los sistemas de producción por efecto de la creación y la acumulación de conocimientos con la incorporación e intensificación del capital tecnológico. Esta acumulación debe considerarse como una variable más en la función de producción, donde tecnología, innovación e I+D son incorporados de forma endógena, lo que trae consigo un proceso de aprendizaje iterativo para producir de forma más eficiente.

La teoría de Romer (1994) corresponde a los modelos llamados de segundo tipo, dentro de los cuales se encuentran los de derrame o *spillover models* (Vázquez, 2007); en estos modelos toda inversión nueva produciría un efecto

difusor que mejoraría la productividad de las empresas, lo que ocasiona un salto tecnológico progresivo en la medida que se presenten inversiones fundamentales en actividades I+D, en contratación de recurso humano de alta calidad y en adquisición o adecuación de capital físico.

Igualmente, como un elemento conexo a la investigación, se indaga por el tipo característico de gestión organizacional imperante en el clúster de estudio, en función directa de su capacidad de innovación, considerando como instrumento piloto de medición solo dos de los cuatro factores constitutivos del Modelo Denison: el involucramiento y la adaptabilidad (Denison, 2000), en virtud de que estos factores pueden llegar a ser los mejores predictores de la innovación (Martínez Avella, 2010). Por lo tanto, se considera que estos factores vinculan respectivamente el nivel de empoderamiento de los empleados para desarrollar iniciativas de innovación mediante un trabajo colaborativo (Bell et al., 2014; Cerasoli et al., 2014; Dodge et al., 2017), y a la capacidad de resiliencia de las empresas ante externalidades derivadas por la relación con los clientes.

Metodología

Esta investigación se aborda bajo una perspectiva cuantitativa ejecutada en dos fases. La primera analiza los datos que conforman la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera (EDIT)¹, en aquellas variables identificadas como pertinentes a la teoría de crecimiento endógeno, en todas y cada una de las siete versiones de este instrumento, a partir del 2003 y hasta el 2014, para las empresas categorizadas de acuerdo al CIU 4 (DANE, 2012), en las subclases C2221 y C2229.

Esto condujo en primera instancia, a realizar un análisis longitudinal a la serie de tiempo comprendida entre el 2003 y el 2014 sobre una muestra representativa de las empresas del sector de estudio, para identificar el comportamiento y evolución de estas organizaciones en función de su progreso técnico, a partir de los datos de inversión en mejoramiento de los procesos de producción, los perfiles de vinculación del personal altamente cualificado y aquellas áreas funcionales donde operan con mayor potencial para incubar de forma más estructurada proyectos de innovación.

¹ La conceptualización metodológica de la EDIT está alineada con las pautas emanadas por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), siguiendo un enfoque que toma como unidad primaria la empresa, de la cual se extraen las actitudes y actividades innovadoras de las organizaciones en su conjunto.

La segunda fase involucra la selección de una muestra de las empresas del sector industrial de plásticos en Bogotá a partir de la consulta al Sistema de Información Empresarial de la Cámara de Comercio de la ciudad, donde mediante un estudio de caso múltiple (Creswell & Poth, 2018) se aplicó un instrumento a cada una de las empresas para identificar en ellas cómo la cultura organizacional está influyendo en la conformación de capacidades de innovación. A continuación, se especifican los principales elementos de cada una de las fases y las respectivas técnicas utilizadas.

Fase 1

Esta fase estima el comportamiento de las empresas del sector de plásticos en Bogotá a lo largo de doce años, por medio de la técnica de análisis longitudinal. En primera instancia se analizan las siete versiones de la EDIT para identificar aquellas variables que pueden ser tomadas para aproximar empíricamente la teoría de crecimiento endógeno, con el objetivo de formular el modelo que pudiera correlacionarlas. De este ejercicio se determina la siguiente estructura:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1(inv)it} + \beta_2 X_{2(pers)it} + \beta_3 X_{3(are)it} + \mu \quad (1)$$

Donde Y es el volumen de producción que define el progreso técnico, medido por el valor monetario (millones de pesos) de las unidades producidas por las empresas objeto de estudio (i), año a año a lo largo del horizonte de tiempo de la investigación (t). La variable X_1 corresponde a las inversiones realizadas por las empresas del sector industrial objeto de estudio, en i) tecnologías incorporadas al capital para la modernización de la producción de bienes, específicamente en la adquisición de maquinaria para manufactura asistida por computador (CAM/CM); ii) en tecnologías de gestión en procesos industriales, específicamente de mejoramiento continuo, administración total de la calidad, buenas prácticas de manufactura (BPM), análisis de puntos críticos HACCP, cambios de estructuras en líneas de producción, manufactura flexible y mantenimiento productivo total. La variable X_2 es el número de personas contratadas en las empresas, con formación en educación superior a nivel de doctorado, maestría, especialización, profesional, tecnólogo y técnico. La variable X_3 representa la distribución de este personal contratado en áreas de investigación y desarrollo, para proyectos de innovación en producción y administración.

Posteriormente, se hizo una selección aleatoria y representativa de las empresas del sector de plásticos en Bogotá, vinculando el número de orden dado por el DANE (2015) en

la EDIT con una correlativa obtenida de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), tomando como año base el 2003 correspondiente a la EDIT II, para garantizar la trazabilidad completa a lo largo de la serie de tiempo del estudio.

Además, se diseñó una matriz tipo panel corto ($n > T$), en la que se consignaron los resultados de cada una de las variables consideradas en el modelo para cada versión de la EDIT, a lo largo del horizonte de tiempo, estipulado desde el 2003 hasta el 2014, para las empresas seleccionadas en el muestreo aleatorio. Con esta matriz balanceada, se procedió a capturar entre las variables el cambio presente en aquellos posibles factores no aleatorios específicos de cada empresa, que no se pueden observar directamente, como el tipo de cultura organizacional, las diferencias entre prácticas empresariales, el interés de impulsar procesos de innovación, etc.

El *data panel* o panel de datos parte del hecho de que las organizaciones establecidas en el estudio son disimiles entre sí, lo que evita sesgo en los resultados y permite probar el modelo propuesto. El panel de datos de efectos fijos es la mejor técnica para estudiar los cambios presentados en las observaciones a través del tiempo. Asimismo, esta técnica analiza el impacto de las variables explicativas sobre las de salida, controlando y removiendo el efecto de todas aquellas características invariantes en el tiempo que son únicas a cada entidad (Cameron & Trivedi, 2010).

Fase 2

La fase 2 de la investigación desarrolla un estudio de caso múltiple. Esta técnica busca establecer un patrón de comportamiento general en las empresas vinculadas al sector industrial de plástico en Bogotá, para entender la manera como se gestionan las capacidades tecnológicas y de innovación al interior de estas organizaciones.

Para la ejecución de esta fase, se realiza una selección intencional (Izcarra, 2014) dentro de las empresas registradas en el Sistema de Información Empresarial de la Cámara de Comercio de Bogotá, bajo el criterio de distribución espacial. Se escogieron aquellas organizaciones que, en primera instancia, más presencia tuvieran por localidad; posteriormente, por unidades de planeación zonal (UPZ) y, por último, por barrio. Igualmente, la selección intencional tomó empresas que tuvieran como mínimo diez empleados, con producciones anuales superiores a \$136,4 millones de pesos.

Una vez estructurada totalmente la estrategia del caso múltiple, se abordó un número específico de empresas que cumplieran con los criterios de inclusión anteriormente descritos, mediante un trabajo de campo en zona, donde se identificó el fenómeno en cuestión, relacionado con el

interés de las empresas para desarrollar procesos de innovación (o fortalecer los existentes) en sus aparatos de producción. Lo anterior permitió extraer las características propias que cada empresa le imprime a la gestión de sus capacidades tecnológicas, recreando con esto un panorama descriptivo y representativo de la situación en el clúster.

En este sentido, en el trabajo de campo se aplicó un instrumento de recolección de información sobre cultura organizacional basado en el Modelo Denison. En este modelo originalmente se interrelacionan cuatro factores: i) involucramiento, ii) consistencia, iii) adaptabilidad, y iv) misión; sin embargo, solamente se consideraron los de involucramiento y adaptabilidad que teóricamente son determinantes en la conformación de capacidades tecnológicas y de procesos en I+D.

Es así como, por un lado, el *involucramiento* identifica si los empleados tienen la autoridad, la iniciativa y las capacidades necesarias para dirigir su propio trabajo, reflejándose en una mayor sensación de pertenencia y responsabilidad hacia la organización. Igualmente, considera el trabajo en equipo como una condición para formular y abordar objetivos comunes trazables a todos los niveles de la empresa. También involucra el desarrollo de capacidades para saber hasta dónde la organización invierte de manera consistente en el mejoramiento de habilidades o competencias de sus colaboradores, principalmente aquellos que están directamente involucrados en los procesos de manufactura.

Por otro lado, la *adaptabilidad* permite perfilar las empresas en función directa de su gestión para asumir riesgos, al introducir cambios derivados de su estrecha relación con sus clientes. A su vez, se presenta una orientación al cambio, entendida como la capacidad de la empresa a interpretar el entorno para prever situaciones y responder oportunamente a la variabilidad de los mercados. De forma simultánea, se presenta una orientación al cliente, en la que la empresa se anticipa a las exigencias de sus clientes, con la intención de establecer planificaciones eficientes. Por último, involucra el aprendizaje organizativo, que analiza qué tanto recibe e interpreta la empresa las señales del entorno (positivas o negativas), para convertirlas en oportunidades que influyan en la innovación, la gestión del conocimiento y el desarrollo de capacidades tecnológicas.

Partiendo de lo anterior, el instrumento de recolección de información se configura en cuatro bloques:

1. El primer bloque sondea cómo las empresas gestionan los factores de involucramiento y adaptabilidad. Está

conformado por 45 premisas de orden situacional, en las que el encuestado ofrece una calificación entre 1 a 5, donde 1 es "muy en desacuerdo" y 5 "totalmente de acuerdo".

2. El segundo bloque indaga sobre la percepción del desempeño de la empresa con respecto a compañías similares, en función de una serie de indicadores de gestión administrativa. Para ello, se establece un rango apreciativo entre bajo y alto.
3. El tercer bloque recoge información sobre las características del encuestado: edad, género, nivel de educación, antigüedad de vinculación a la empresa, funciones en la organización y su nivel en la estructura organizacional.
4. El cuarto bloque identifica las características innovadoras de cada empresa, a partir de seis preguntas abiertas de carácter inductivo, del estilo "usted cree que...", con el ánimo de saber en qué nivel de innovación se consideran están las organizaciones, a qué tipo de innovación le apuestan, la relevancia dada a las innovaciones, el origen de las ideas de dónde surgieron las innovaciones y con qué perfiles se trabajaron.

El diseño del instrumento presenta una serie de bondades que le confieren una estructura sólida idónea para indagar el comportamiento organizacional, a partir de una revisión de la cultura de las empresas. En este sentido, los ítems del cuestionario manejan una correlación positiva de nivel intermedio de 0,57 entre ítems, con coeficientes de correlación entre factores y subescalas estadísticamente significativos de 0,01 con los bloques de preguntas, lo que le otorgó una fiabilidad mediante índice alpha de Cronbach de 0,90 para el factor de involucramiento y de 0,87 para el factor de adaptabilidad, presentando un balance del Modelo Denison.

Resultados

Fase 1: panel de datos longitudinal

183 unidades productivas pertenecían al sector de plásticos en Bogotá en el 2003 (EAM), cada una identificada con un único y permanente número de orden. Se revisa si cada una de las empresas encontradas fue consultada también para la EDIT. Se identificó que 102 empresas efectivamente diligenciaron el formulario para la EDIT II.

Posteriormente, se parametrizó bajo las siguientes consideraciones: Población N = 102, con una diversidad o porción

esperada de la población (P) del 50%, un margen de error (E) del 8%, para un nivel de confianza (Z) del 95%. Esto da como resultado una muestra representativa de 61 empresas, que fueron aleatoriamente obtenidas.

Estas 61 empresas fueron rastreadas en los distintos capítulos de todas las ediciones de la EDIT, según las coordenadas de los planos de cada instrumento, llegando finalmente a un total de 52 empresas para conformar con ellas la matriz de panel corto. Se descartan nueve empresas que no registraron ningún dato (cero) en las variables consideradas. Finalmente, se obtiene una matriz fuertemente balanceada de 624 observaciones. La tabla 1 presenta las estadísticas descriptivas de las variables incluidas en el modelo, donde se identifican puntos extremos en los datos, indicando una heterogeneidad en la información, lo que concuerda con la amplitud del alcance de la EDIT que se aplica a empresas con diferencias marcadas en sus apuestas de desarrollo tecnológico.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas.

Variable explicativa	N	Media	Desviación estándar	Mín.	Máx.
Y_i	624	8,67	8,08	8,40	8,83
X_1	624	5,26	6,00	0,00	7,17
X_2	624	1,38	1,53	0,00	2,35
X_3	624	0,46	0,85	0,00	1,74

Nota: Datos suavizados por transformación logarítmica.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos indican que la variable explicativa con mayor influencia sobre la variable de resultado Y_i es la X_3 , donde el valor correspondiente de $Prob > F$ es menor a 0,05, indicando con esto que el modelo es consistente y se ajusta a los criterios inicialmente planteados. Igualmente, se destaca que el valor t de la variable explicativa fue mayor de 1,96 (para una confianza del 95%), lo cual corrobora la pertinencia de la variable, permitiendo con esto rechazar la hipótesis nula implícita (Cameron & Trivedi, 2010).

El coeficiente de correlación intraclase Rho reporta 6,4%, de manera que podemos descartar la presencia de heterocedasticidad. De forma paralela, los resultados arrojaron que los modelos restantes configurados a partir de las variables explicativas X_1 y X_2 presentaban un comportamiento no consistente con los planteamientos iniciales; por lo tanto, no resultaron significativos y muy alejados de los indicadores de análisis (tabla 2).

Tabla 2.
Resultados modelo de regresión.

Variable explicativa	Y_i
X_1	0,283 (5,526)
X_2	-267,817 (321,041)
X_3	2,046e+06** (810,480)
Constante	4,651e+08*** (9,589e+06)
Observaciones	624
Número de empresas	52
R-Cuadrado	0,321

Nota: Errores estándar en paréntesis. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,005$; * $p < 0,1$.

Fuente: elaboración propia.

El análisis empírico muestra que la principal variable que impacta positivamente el progreso técnico en el sector industrial de plásticos en Bogotá es la distribución del personal con formación superior en áreas organizacionales de producción, administración, investigación y desarrollo, asignado principalmente a funciones de innovación. Este resultado es consecuente con los planteamientos expresados en los apartes iniciales de este documento, donde se

resalta la importancia de la contratación de personal altamente capacitado, que jalone los procesos de transferencia de conocimientos al interior de las compañías, que se traduzcan en planes o proyectos de mejoramiento.

Fase 2: estudio de caso colectivo múltiple

Para llevar a cabo el diseño del caso, se accedió al Sistema de Información Empresarial de la Cámara de Comercio de Bogotá, que es la base de información más amplia con la que dispone la ciudad para identificar la gestión empresarial en diferentes renglones económicos, actualizada permanentemente hasta el 2016.

Es así como se estableció un criterio de distribución espacial de las empresas del clúster de plásticos en Bogotá, para las categorías CIU 4 (DANE, 2012), C2221 y C2229, cuyas matrículas mercantiles estuvieran vigentes para el 2015 y el 2016. Se identificó, en primer lugar, la cantidad de compañías en cada una en las 19 localidades urbanas en las que está distribuida la ciudad (tabla 3). La localidad que más concentra empresas del tipo objeto de estudio es Kennedy (n.º 08) con 369, lo que equivale al 23,71% sobre el total de 1.556 unidades productivas. Se destaca que la mayoría de estas unidades productivas corresponde a microempresas.

Tabla 3.
Distribución de empresas por localidades urbanas de Bogotá.

Localidad	Micro	Pequeñas	Medianas	Grandes	Total	%
Antonio Nariño	44	5	1	0	50	3,21%
Barrios Unidos	52	10	3	0	65	4,18%
Bosa	67	6	2	0	75	4,82%
Candelaria	4	2	1	0	7	0,45%
Chapinero	11	1	1	0	13	0,84%
Ciudad Bolívar	35	3	5	3	46	2,96%
Engativá	100	29	7	1	137	8,88%
Fontibón	69	40	16	9	134	8,61%
Kennedy	271	83	12	3	369	23,71%
Los Mártires	58	25	11	0	94	6,04%
Puente Aranda	161	79	32	13	285	18,32%
Rafael Uribe	47	7	1	0	55	3,53%
San Cristóbal	15	1	0	0	16	1,03%
Santa Fe	20	1	1	0	22	1,41%
Suba	54	10	1	0	65	4,18%
Teusaquillo	22	3	3	0	28	1,80%
Tunjuelito	35	4	0	0	39	2,51%
Usaquén	30	9	6	0	45	2,89%
Usme	10	1	0	0	11	0,71%
Total	1.105	319	103	29	1.556	100%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.
Distribución de empresas por UPZ y zona postal.

Loca.	N.º UPZ	Nombre UPZ	Cod. Pos.	Zona Post.	Mic.	Peq.	Med.	Gra.	Total	%
8	44	Américas	110831	401	53	30	6	0	89	24,1
	47	Kennedy Central	110861	402	43	29	1	0	73	19,8
	45	Carvajal	110841	321	24	9	0	0	33	8,9
	113	Bavaria	110831	403	13	2	1	0	16	4,3
	79	Calandaima	110871	408	13	1	0	0	14	3,8
	78	Tintal	110811	611	30	9	0	0	39	10,6
	83	Las Margaritas	110881	613	4	4	4	2	14	3,8
	46	Castilla	110821	616	30	6	2	2	40	10,8

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se analizó la distribución de las empresas sobre las respectivas UPZ y se determinó su localización bajo un esquema codificado de georreferenciación, de acuerdo con las coordenadas de código y zona postal, utilizando el Sistema de Información de Norma Urbana y POT (Sinupot)², de la Secretaría de Planeación del Distrito Capital. Esto dio como resultado que el 43,9% de las 369 empresas identificadas se posiciona espacialmente en dos zonas puntuales de la localidad de Kennedy, la 401 y 402, con 89 y 73 empresas respectivamente (tabla 4).

De las zonas identificadas (401 y 402), se estableció un criterio de antigüedad media de 15 años de las 162 empresas encontradas, para lo cual se calculó una muestra representativa bajo la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{N * Z^2 * \sigma^2}{(N-1) * d^2 + Z^2 * \sigma^2} \quad (2)$$

De esta forma, para un $N = 162$, la desviación estándar (σ) fue de 21,2 y la varianza σ^2 de población fue igual al 450,7, con un error (d) del 8%, para un nivel de confianza del 95%, dando como resultado, una muestra representativa de $\eta = 24$.

Del listado general de empresas encontradas para la localidad de Kennedy, en las UPZ 44 y 45, en las zonas postales 401 y 402, aleatoriamente se eligieron las 24 empresas (tabla 5). Asimismo, se estableció cuántas empresas han operado sin interrupciones desde el 2003 hasta el 2016, para inferir el progreso técnico durante el periodo analizado. Las nueve empresas que cumplieron este criterio fueron visitadas durante el trabajo de campo para aplicar el instrumento con base en el Modelo Denison.

Tabla 5.
Listado de empresas de UPZ 44, 45 y ZP 401, 402, de la localidad Kennedy.

Ítem	Identificación	Razón Social	Fecha de constitución
1	8000550166	Colorplastic SAS	02/02/1989
2	8300975363	Industrias Plásticas Bohórquez	01/02/2002
3	8600529379	Publiacril SAS	22/03/1978
4	9006553849	Zippol Ltda.	16/09/2013
5	9001057541	Pet y solo Pet SAS	11/09/2006
6	8002032340	Termoplásticos Galeano SAS	02/08/1993
7	8301278581	Industrial Plastics SAS	19/09/2003
8	9003852042	Byolplast Ltda.	28/09/2010
9	9002328101	Tecniformas Plásticas SAS	01/08/2008
10	8300316264	Comp. Industrial de Plásticos Ltda.	06/06/1997
11	9003500339	Color Plásticos SAS	07/04/2010
12	8301015235	Induarcont Ltda.	24/04/2002
13	9003766434	Innova Pack SAS	12/08/2010
14	8600540905	Inacril SAS	25/02/1977
15	9000495885	Disempack Ltda.	11/10/2005
16	8301292391	Termoplásticas SAS	16/10/2003
17	9002155049	Plastika Asociados Ltda.	02/05/2008
18	9006757291	Comercializadora Inal Lujos SAS	20/11/2013
19	8301203469	Aydapack SAS	07/05/2003
20	8300134738	Lizomplast SAS	02/02/1996
21	9003318175	Plásticos J Pack Ltda.	04/01/2010
22	8301149915	PG Plastgrifos SAS	29/01/2003
23	9006725363	Plásticos Santana SAS	02/07/2013
24	8300558637	Sellarte SAS	18/03/1999

Fuente: elaboración propia.

² <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf>

Modelo Denison

Los resultados obtenidos para los dos factores del Modelo Denison considerados en el piloto, correspondientes a los niveles de involucramiento y adaptabilidad en las nueve empresas del clúster de plásticos de Bogotá que resultaron elegidas del proceso de análisis anterior, están consignados en la tabla 6. Estos resultados fueron calibrados a partir del índice de fiabilidad de alpha Cronbach determinados para la fiabilidad del instrumento.

Factor de involucramiento

Subescala de empoderamiento. Las empresas consultadas consideraron que la mayoría de sus empleados están empoderados en su trabajo, debido a que las decisiones, principalmente las que tienen que ver con los procesos de manufactura, se toman a ese nivel, pues es allí donde está la información más adecuada y es ampliamente compartida con el personal operativo, con la intencionalidad de producir un impacto positivo, realizando un proceso de planificación con la participación de todo el personal.

Subescala de trabajo en equipo. Las empresas visitadas consideraron que el trabajo en equipo es la unidad básica fundamental que da mejores resultados, reconociendo que fomenta y alienta una cultura de cooperación permanente, trazable a todos los niveles de la organización. Esto se refleja en un cumplimiento oportuno de las tareas, al lograr una identificación de las funciones alineadas con las metas de la organización.

Subescala desarrollo de capacidades. Para el proceso de mejoramiento continuo y de aumento de la competitividad, las empresas analizadas consideraron relevante impulsar e invertir en el desarrollo de las destrezas de los trabajadores, con el ánimo de establecer un entorno de autonomía, para que los colaboradores puedan actuar de cuenta propia. Se percibe cierto grado de incertidumbre

al relacionar los problemas de producción con fallas en las destrezas del personal operativo.

Factor de adaptabilidad

Subescala de orientación al cambio. Las empresas consultadas coincidieron en que los procesos de manufactura se hacen de manera flexible, debido a la adopción de métodos mejorados de trabajo, donde no se presenta mayor resistencia a las iniciativas, dando una respuesta adecuada frente a la competencia y a la variabilidad del entorno.

Subescala de orientación al cliente. Las empresas estuvieron de acuerdo en que las recomendaciones de los clientes tienen una alta incidencia en las decisiones que toman. Estas recomendaciones son atendidas por los miembros de la organización que entienden sus intereses y necesidades.

Subescala de aprendizaje organizativo. Las empresas consideran que un aprendizaje organizativo es óptimo; sin embargo, este no alcanza a ser suficiente para dar cuenta, de manera sistemática, de las reiterativas fallas presentadas a nivel de producción. Por lo tanto, las organizaciones ven en este aspecto una oportunidad de mejora, alentando y ecompensando la innovación, al igual que la toma de iniciativa. Todo esto permite una gestión más rigurosa de las labores rutinarias consideradas clave, para que sean parte de la estrategia general de la compañía, a partir de la consolidación de buenos canales de comunicación.

Percepción interna de las organizaciones

Indicadores de gestión. El 57,1% de las empresas analizadas cree que el desempeño de sus organizaciones es muy bueno en comparación con compañías de características similares. Estos empresarios asocian buen desempeño con el crecimiento en las ventas, una mejor participación en el mercado, un mayor rendimiento de los activos, a causa

Tabla 6. Resultados de análisis de factores de involucramiento y adaptabilidad.

Factor MD	Subescala	α de Cronbach	Respuesta obtenida	Calibración de respuesta	Factor
Involucramiento	Empoderamiento	0,79	0,65	0,51	0,49
	Trabajo en equipo	0,80	0,60	0,48	
	Desarrollo de capacidades	0,72	0,65	0,47	
Adaptabilidad	Orientación al cambio	0,78	0,55	0,43	0,51
	Orientación al cliente	0,78	0,75	0,59	
	Aprendizaje organizativo	0,70	0,75	0,53	

Fuente: elaboración propia.

del desarrollo de nuevos productos y de la percepción de satisfacción de los empleados en las labores que realizan.

Características innovadoras. El 62,5% de las empresas cree que sus organizaciones son satisfactoriamente innovadoras. Las ideas de invención nacen tanto al interior de estas compañías como con participación de los clientes, mediante un trabajo coordinado y colaborativo entre directivos, equipos de producción y clientes.

Conclusiones e implicaciones para una futura agenda de investigación

Los principales hallazgos de este estudio longitudinal confirman nuestra hipótesis: las empresas tipo con características similares a las del clúster de plástico no incorporan el aumento de las capacidades tecnológicas en su trayectoria de progreso técnico. En primer lugar, la cultura organizacional presente en las empresas de análisis indica que no se logra determinar con suficiencia que los factores de adaptabilidad e involucramiento, definidos en el contexto del Modelo Denison, sean determinantes de la innovación de bienes y servicios, siendo consecuente con los resultados de Martínez (2010) para empresas colombianas. Por otra parte, la inversión en procesos de innovación industrial es la excepción y no la regla, consecuente con otras investigaciones.

Con el análisis de datos de panel de la EDIT se confirma la importancia de las destrezas y habilidades del personal de los niveles técnico, tecnólogo y profesional en el sector plástico. El personal de las áreas administrativa y de producción es el que mayor relevancia toma en nuestro análisis. Es en estas áreas donde convencionalmente se incuban las ideas innovadoras, tanto por la estrategia organizacional o por la ingeniería de manufactura, a través de los grupos de mejoramiento continuo. La conformación de unidades de I+D no es de interés para las empresas del clúster. De hecho, la asignación de personal a actividades de I+D no es un comportamiento presente en el sector plásticos.

El modelo de regresión lineal estimado no capturó el efecto que la inversión en tecnologías para la gestión de la producción tiene en el progreso técnico. Este resultado sugiere la existencia de una relación no-lineal entre dichas variables y la imposibilidad de parametrizar la conducta de los empresarios frente a la adquisición de tecnología, la cual se puede presentar en cualquier momento sin que existan factores que hagan periódica su ocurrencia. Este hallazgo puede asociarse también al hecho de que los procesos de producción en el sector de plásticos no demandan tecnologías sofisticadas de punta, y que los flujos de transformación son discretos y no continuos en relación con su

bajo volumen versus su alta gama de productos. Se sugiere perfilar mejor el modelo aplicando las técnicas de componentes principales o rotación varimax.

La fase 2 de este estudio evidenció una alta aglomeración de las empresas del sector plástico en localidad de Kennedy. La mayoría de estas organizaciones identifican y aprovechan la ventaja comparativa de los usos del suelo permitidos para actividades industriales en el plan de ordenamiento territorial. La aglomeración se acentúa porque la localidad opera bajo la influencia directa del principal corredor industrial de Bogotá, ubicado en el sector de Puente Aranda. Este factor de localización otorga una serie de beneficios a las empresas asentadas en las UPZ 44 y 45. Su proximidad geográfica aumenta la propensión a compartir recursos e información, que de manera individual les resultaría costoso disponer en otro emplazamiento. Sin embargo, a pesar de este potencial de desarrollo fabril, Kennedy no logra ofrecer fuentes de empleo de alta cualificación y alta remuneración. La proporción de trabajadores con educación superior es baja en la industria de plástico. En efecto, el 37,5% de los trabajadores empleados en la manufactura de plásticos del barrio Carvajal son operarios, solo 9,6% son profesionales y 12,3% son técnicos y tecnólogos (Sánchez, 2015). Estos datos contribuyen a explicar el bajo valor agregado generado en el clúster de plástico.

Otro aspecto que destacar es la percepción de las empresas del sector de plásticos sobre su desempeño. La mayoría de las empresas consultadas considera que su desempeño es muy alto y que ha logrado cumplir los requerimientos de sus clientes por medio de procesos óptimos de fabricación. No obstante, esta percepción pierde fuerza a la luz de los indicadores de adaptabilidad e involucramiento del Modelo Denison. Nuestros resultados muestran que estos indicadores se ubican en franjas intermedias o zonas grises, donde no es posible determinar con certeza si las empresas usan de manera eficiente sus recursos o capacidades en función del aumento del progreso técnico.

En este sentido, se puede inferir el poco interés de las empresas del clúster de plásticos en relación con las actividades de innovación. En efecto, el comportamiento de estas empresas se dirige fundamentalmente a asegurar el rendimiento del capital y no a fomentar una cultura organizacional sólida basada en el desarrollo de investigación e innovación.

Investigar los factores que inciden en la innovación de las empresas en sectores como el del plástico tiene especial importancia en el caso de Colombia y los países emergentes. El sector de plástico de Bogotá está conformado principalmente por mipymes, que generan el 80% del

empleo en Colombia. Comprender los factores que llevan a que estas empresas innoven es crucial.

La agenda futura de esta línea de investigación podrá ocuparse de dos cuestiones fundamentales: i) estudiar las opciones de política pública para fomentar la contratación de personal de alta cualificación en mipymes, y ii) en línea con el reciente debate en los estudios de innovación sobre la persistencia de las empresas, futuros trabajos deben analizar los factores que contribuyen a que las empresas innovadoras continúen desarrollando actividades de I+D+i.

Declaración de conflicto de interés

Los autores no manifiestan conflictos de interés institucionales ni personales.

Referencias bibliográficas

- Bell, C., Chan, N., & Nel, P. (2014). The impact of participative and directive leadership on organisational culture: An organisational development perspective. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(23). 1970-1985. <http://doi.org/10.5901/mjss.2014.v5n23p1970>
- Cameron, C., & Trivedi, P. (2010). *Microeconometrics Using Stata*. Stata Press.
- Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CID). (2012). *Identificación, diagnóstico y caracterización de las concentraciones y aglomeraciones productivas, clústeres, formas asociativas, cadenas productivas, y otras formas productivas en el Distrito Capital*. Universidad Nacional de Colombia. http://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/sites/default/files/files_articulos/informe_aglomeraciones_cid.pdf
- Cerasoli, C. P., Nicklin, J. M., & Ford, M. T. (2014). Intrinsic motivation and extrinsic incentives jointly predict performance: A 40-year meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 140(4). 980-1008. <https://doi.org/10.1037/a0035661>
- Cimoli, M., & Porcile, G. (2013). *Tecnología, heterogeneidad y crecimiento: una caja de herramientas estructuralistas*. Naciones Unidas, CEPAL. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4592/S2013731_es.pdf?sequence=1
- Creswell, J., & Poth, C. (2018). *Qualitative inquiry and research design. Choosing among five approaches*. Sage Publications.
- Denison, D. R. (2000). Organizational culture: Can it be a key lever for driving organizational change?. En C. Cooper, S. Cartwright & P. C. Early (Eds.), *The international handbook of organizational culture and climate* (pp. 347-372). Wiley.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas*. Revisión 4 adaptada para Colombia (CIIU Rev. 4 A.C.) Dirección de Regulación, Planeación, Estandarización y Normalización. https://www.dane.gov.co/files/sen/nomenclatura/ciiu/CIIU_Rev_4_AC2020.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2015). *Metodología General Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera-edit*. Dirección de Metodología y Producción Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2016). *Informe de coyuntura económica regional de Bogotá D.C. – Cundinamarca, 2015*. DANE, Banco de la República. <https://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/8784>
- Dodge, R., Dwyer, J., Witzeman, S., Neylon, S., & Taylor, S. (2017). The role of leadership in innovation. *Research-Technology Management*, 60(3). 22-29. <http://doi.org/10.1080/08956308.2017.1301000>
- Guarín, A. G., Califa, J. C., & Peralta, L. L. (2013). Análisis prospectivo del sector industrial de plásticos en la ciudad de Bogotá D.C. bajo método Delphi. *Revista de Investigación*, 6(1), 79-92. <https://doi.org/10.29097/2011-639X.143>
- Izcarra, S. (2014). *Manual de investigación cualitativa*. Editorial Fontamara.
- Lambardi, G. D., & Mora, J. J. (2014). Determinantes de la innovación en productos o procesos: el caso colombiano. *Revista de Economía Institucional*, 16(31), 251-262. <http://www.scielo.org.co/pdf/rei/v16n31/v16n31a11.pdf>
- Mangabeira, R. (2009). *El despertar del individuo: imaginación y esperanza*. Fondo de Cultura Económica.
- Martínez Avella, M. E. (2010). Relaciones entre cultura y desempeño organizacional en una muestra de empresas colombianas: reflexiones sobre la utilización del modelo de Denison. *Cuadernos de Administración*, 23(40), 163-190. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cao23-40.recd>
- Miyazaki, K., & Giraldo, E. (2015). Innovation strategy and technological competence building to provide next generation network and services through convergence – the case of NTT in Japan. *Asian Journal of Technology Innovation*, 23(Sup. 1), 74-92. <https://doi.org/10.1080/19761597.2015.1019602>
- Mytelka, L. K. (2007). From clusters to innovation systems in traditional industries. En B. Oyelaran-Oyeyinka & D. McCormick (Eds.), *Industrial clusters and innovation systems in Africa* (pp. 39-62). United Nations University Press.
- Romer, P. M. (1994). The origins of endogenous growth. *The Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 3-22. <https://www.jstor.org/stable/2138148>
- Sánchez, N. M. (2015). *"Carvajal" La cadena productiva del plástico*. Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría Distrital de Desarrollo Económico.
- Vázquez, A. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones Regionales*, 11, 183-210. <https://www.redalyc.org/pdf/289/28901109.pdf>
- Vázquez-Barquero, A. (1997). Gran empresa y desarrollo endógeno: La convergencia estratégica de las empresas y territorios ante el desafío de la competencia. *EURE*, 23(70), 5-18. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71611997007000001>

