

EFFECTS OF THE TECHNOLOGICAL TURBULENCE CREATED BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON PRODUCT INNOVATION: THE ROLE OF STRATEGIC ORIENTATION TOWARDS DIGITIZATION

ABSTRACT: Artificial intelligence (AI) has generated turbulence in the business environment, so companies have been forced to prioritize its adoption to remain competitive. Robots deal with the processing of enormous amounts of data, in addition to improving operational efficiency and customer experience. However, their role has been studied from a strictly technical and operational perspective. Therefore, the objective of this article is to study the mediating role of the strategic orientation towards digitization in the relationship between AI-driven technological turbulence and product innovation, as a key variable that could foster the adequate and systematic use of AI. The research model was tested using structural equations in a sample of companies in sectors where intelligent robots' adoption is increasing. The results show that the entire variance of product innovation is explained by the indirect effect of the strategic orientation towards digitization. Therefore, any possibility that external pressures to adopt AI translate into product innovation depends on how determined the company is to take advantage of the opportunities offered by new digital technologies.

KEYWORDS: Technological innovation, digital innovation, artificial intelligence, strategic orientation, digital transformation.

EFEITO DA TURBULÊNCIA TECNOLÓGICA GERADA PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA INOVAÇÃO DE PRODUTO: O PAPEL DA ORIENTAÇÃO ESTRATÉGICA À DIGITALIZAÇÃO

RESUMO: a inteligência artificial gera turbulência no entorno das empresas, que são vistas obrigadas a priorizar sua adoção para se manterem competitivas. Os robôs se ocupam de processar grandes quantidades de dados, além de melhorar a eficiência operacional e a experiência do cliente; contudo, seu papel tem sido estudado sob uma perspectiva estritamente técnica e operacional. O objetivo deste artigo é analisar o papel mediador da orientação estratégica à digitalização na relação entre turbulência tecnológica gerada pela inteligência artificial e inovação de produto, como uma variável-chave que pode facilitar o aproveitamento adequado e sistemático da inteligência artificial. O modelo de pesquisa foi testado mediante equações estruturais numa amostra de empresas em setores em que a adoção de robôs inteligentes vai em ascensão. Os resultados mostram que a totalidade da variância da inovação de produto está explicada pelo efeito indireto da orientação estratégica à digitalização. Portanto, qualquer possibilidade de que pressões externas para adoção de inteligência artificial se traduzam em inovação de produto depende de quão determinada a empresa está em aproveitar as oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias digitais.

PALAVRAS-CHAVE: inovação tecnológica, inovação digital, inteligência artificial, orientação estratégica, transformação digital.

L'EFFET DES TURBULENCES TECHNOLOGIQUES GÉNÉRÉES PAR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE SUR L'INNOVATION DE PRODUIT : LE RÔLE DE L'ORIENTATION STRATÉGIQUE VERS LA NUMÉRISATION

RÉSUMÉ : L'intelligence artificielle crée des turbulences dans l'environnement commercial et les entreprises ont été contraintes de donner la priorité à son adoption pour rester compétitives. Les robots traitent de grandes quantités de données et améliorent l'efficacité opérationnelle et l'expérience des clients ; toutefois, leur rôle a été étudié d'un point de vue strictement technique et opérationnel. L'objectif de cet article est d'analyser le rôle médiateur de l'orientation stratégique vers la numérisation dans la relation entre les turbulences technologiques générées par l'intelligence artificielle et l'innovation de produit, en tant que variable clé pouvant faciliter l'exploitation appropriée et systématique de l'intelligence artificielle. Le modèle de recherche a été testé à l'aide d'équations structurelles sur un échantillon d'entreprises dans des secteurs où l'adoption de robots intelligents augmente. Les résultats montrent que toute la variance de l'innovation de produit est expliquée par l'effet indirect de l'orientation stratégique vers la numérisation. Par conséquent, toute possibilité que des pressions externes pour adopter l'intelligence artificielle se traduisent en innovation de produit dépend de la détermination de l'entreprise à tirer parti des opportunités offertes par les nouvelles technologies numériques.

MOTS-CLÉ : innovation technologique, innovation numérique, intelligence artificielle, orientation stratégique, transformation numérique.

CITACIÓN SUGERIDA: Coronado-Medina, A. Arias-Pérez, J. & Perdomo-Charry, G. (2023) Efecto de la turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial en la innovación de producto: el papel de la orientación estratégica a la digitalización. *Innovar*. 33(89). 37-50. <https://doi.org/10.15446/innovar.v33n89.107036>

CLASIFICACIÓN JEL: O31, O32, O33

RECIBIDO: 26/10/2021 **APROBADO:** 30/04/2022

PREPRINT: 1/02/2023

Esta obra se publica bajo una licencia Creative Commons Atribución-No-Comercial-Sin-Derivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)



Efecto de la turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial en la innovación de producto: el papel de la orientación estratégica a la digitalización*

Alejandro Coronado-Medina

M. Sc. en Administración de Riesgos

Asistente de investigación, Departamento de Ciencias Administrativas, Universidad de Antioquia

Medellín, Colombia

Rol del autor: intelectual

alejocm2012@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6121-2280>

José Arias-Pérez

Ph. D. en Dirección de Empresas

Profesor Departamento de Ciencias Administrativas, Universidad de Antioquia

Medellín, Colombia

Grupo de investigación Gestor

Rol del autor: intelectual

jenrique.arias@udea.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-1948-846X>

Geovanny Perdomo-Charry

Ph. D. en Administración

Profesor titular, Fundación Universitaria Ceipa

Medellín, Colombia

Grupo de investigación Orygen

Rol del autor: intelectual

Geovanny.perdomo@ceipa.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-1377-3427>

RESUMEN: La inteligencia artificial genera turbulencia en el entorno de las empresas, que se han visto obligadas a priorizar su adopción para mantenerse competitivas. Los robots se ocupan de procesar grandes cantidades de datos, además de mejorar la eficiencia operativa y la experiencia del cliente; sin embargo, su papel ha sido estudiado desde una perspectiva estrictamente técnica y operativa. El objetivo de este artículo es analizar el rol mediador de la orientación estratégica a la digitalización en la relación entre turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial e innovación de producto, como una variable clave que puede facilitar el aprovechamiento adecuado y sistemático de la inteligencia artificial. El modelo de investigación se testeó mediante ecuaciones estructurales en una muestra de empresas en sectores en donde la adopción de robots inteligentes va en aumento. Los resultados muestran que la totalidad de la varianza de la innovación de producto está explicada por el efecto indirecto de la orientación estratégica a la digitalización. Por lo tanto, cualquier posibilidad de que las presiones externas para adoptar inteligencia artificial se traduzcan en innovación de producto depende de qué tan decidida esté la empresa en aprovechar las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías digitales.

PALABRAS CLAVE: innovación tecnológica, innovación digital, inteligencia artificial, orientación estratégica, transformación digital.

* Este artículo deriva del proyecto "Detonantes del ocultamiento de conocimiento en la era digital. Turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial y consciencia de los empleados acerca de la inteligencia artificial y robotización", financiado por el Centro de Investigaciones y Consultorías, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia.

Introducción

La turbulencia tecnológica ha sido estudiada en la literatura con un creciente interés dadas las características actuales de los mercados, donde las compañías conviven en entornos muy competitivos que las obligan a desarrollar innovaciones constantemente para poder sobrevivir (Gómez Rodríguez et al., 2020; Pratono, 2018). Esto es cierto en particular para los sectores tecnológicos (Neşţian et al., 2020). La turbulencia tecnológica implica tomar decisiones estratégicas y nuevos riesgos (Slavec Gomezel & Aleksić, 2020), dado que con frecuencia involucra cambios disruptivos para las industrias (Martin et al., 2020).

Un cambio significativo que se experimenta actualmente en muchas industrias en el mundo es la llamada inteligencia artificial, definida como la capacidad de un sistema de realizar tareas autónomas sin intervención humana (Kaplan & Haenlein, 2020). Uno de los principales impactos de la inteligencia artificial en las empresas se encuentra en los procesos de toma de decisiones (Neşţian et al., 2020; Shrestha et al., 2019) o en la generación de conocimiento. El procesamiento de grandes volúmenes de información de los que disponen muchas compañías en la actualidad abre la posibilidad de que, a través de la inteligencia artificial, se puedan comprender mejor los mercados y las preferencias de los consumidores, así como que las organizaciones puedan realizar descubrimientos sobre su entorno, que de otra forma no sería posible o tendría un mayor nivel de complejidad (Ghosh et al., 2019; von Krogh, 2018).

Uno de los aspectos en que la turbulencia tecnológica generada por inteligencia artificial puede impactar las compañías es precisamente en la innovación de producto, desde una mejor comprensión del entorno, con un análisis más complejo, que incluya más variables y que permita tomar decisiones estratégicas con mayor precisión (Zimuto et al., 2019). La turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial puede impactar directamente los procesos creativos de las compañías mediante un mejor conocimiento del ambiente en el que están inmersas (Arias-Pérez & Cepeda-Cardona, 2022; Ogbeibu et al., 2020). Lo anterior es particularmente importante cuando las empresas desarrollan suficiente flexibilidad para adaptarse a los cambios rápidamente, para poder sobrevivir en el mercado (Hoffmann et al., 2018; Abbas & Hassan, 2017). En este sentido, las empresas que hacen parte de sectores relacionados con alta tecnología tienden a tener una mayor presión del mercado para innovar (Chen et al., 2018; Shan & Jolly, 2013).

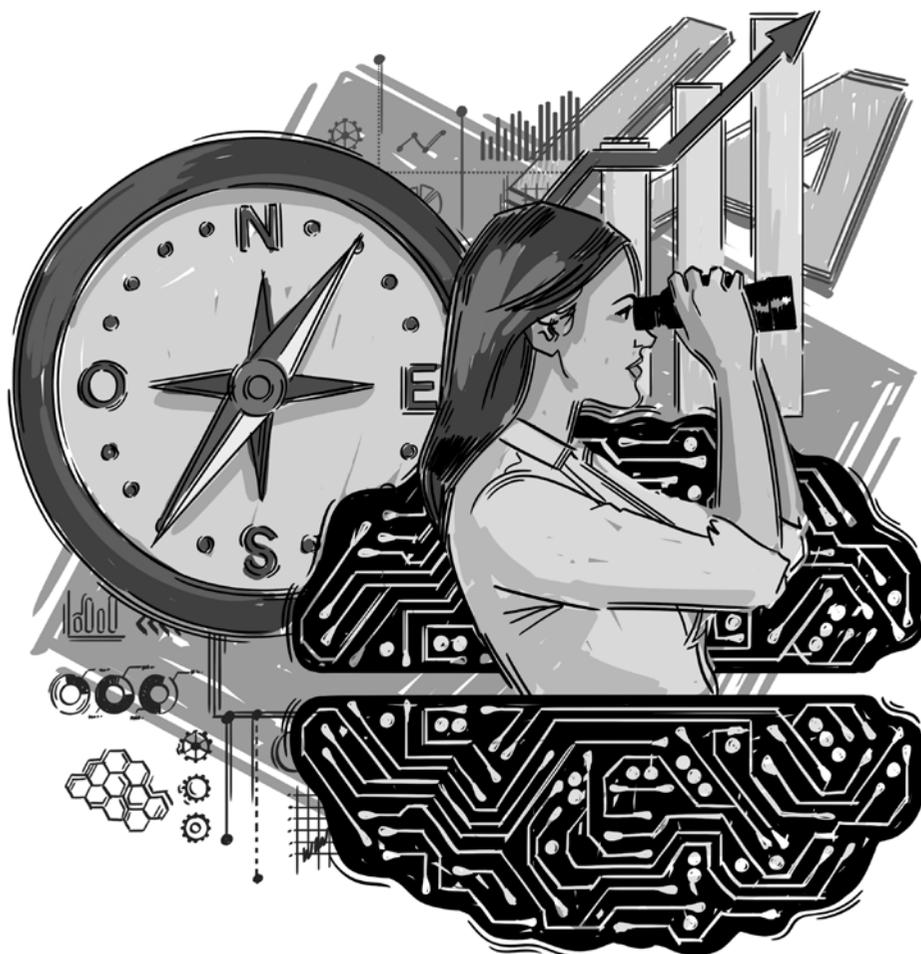
Desde la literatura se ha comprobado el impacto positivo de la turbulencia tecnológica como variable que impulsa la innovación de producto a través de la intensidad competitiva, pero que puede tener un impacto negativo si existe

otro tipo de turbulencias como en lo regulatorio o de mercado (Zimuto et al., 2019). También se argumenta que la turbulencia tecnológica incrementa la percepción sobre la importancia de innovar, pero solamente la turbulencia del mercado es capaz de impactarla directamente (Bodlaj & Čater, 2019). De igual forma, se ha evidenciado que la turbulencia tecnológica impactaría la innovación en las pequeñas empresas solo cuando es lo suficientemente fuerte (Slavec Gomezel & Aleksić, 2020).

El estudio de Li et al. (2020) hace énfasis en cómo la capacidad de absorción puede promover el desarrollo innovador de productos a partir de la turbulencia tecnológica, impulsado por mecanismos gerenciales. La importancia del abordaje estratégico de la turbulencia tecnológica también ha sido estudiada en sectores como el tecnológico, donde su intensidad hace que sea aún más relevante tomar decisiones estratégicas en medio de las fluctuaciones del mercado (Celtekligil & Adiguzel, 2019). En este sentido, se ha evidenciado que asumir comportamientos riesgosos en el mercado es más efectivo cuando la turbulencia tecnológica es baja (Pratono, 2018).

Por otra parte, la turbulencia tecnológica también ha sido estudiada desde un rol de variable mediadora y se ha determinado que su impacto depende de qué tan bien las compañías conocen los cambios en las preferencias de la demanda para ganar mercado (Ullah et al., 2020). De igual modo, se ha evidenciado que la turbulencia tecnológica puede afectar la capacidad de respuesta operativa, la cual es más efectiva cuando el nivel de turbulencia es bajo, dado que se asumen menos posiciones de riesgo (Sahi et al., 2019). Asimismo, ha sido probado que en pequeñas y medianas empresas es más difícil asumir posiciones estratégicas en medio de la turbulencia tecnológica que en las compañías más grandes, que parecen más preparadas para enfrentar cambios disruptivos del mercado (Pratono, 2016). Además, particularmente la turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial ha demostrado ser una variable que dinamiza el flujo de conocimiento y repercute positivamente en la improvisación organizacional (Arias-Pérez & Cepeda-Cardona, 2022).

Desde esta perspectiva, la principal contribución de este estudio radica en proponer la orientación tecnológica a la digitalización como una variable mediadora entre la turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial y el desempeño innovador, en particular, la innovación de producto. Generalmente, la turbulencia tecnológica es estudiada ampliamente en la literatura por su impacto en diferentes tipos de innovación, pero no se aborda específicamente su impacto en la innovación de producto. De igual manera, la orientación estratégica hacia la digitalización



como variable que puede mediar en el proceso se justifica si se considera que esta variable va encaminada al desarrollo de capacidades y comportamientos que permitan a las compañías aprovechar de manera sistemática los cambios tecnológicos (Arias-Pérez et al., 2021). A su vez, tradicionalmente los estudios han abordado dicha turbulencia en mayor medida desde la incorporación de cambios en los procesos de innovación antes que como un desencadenante de estos.

Si se considera la importancia que tiene para las compañías la turbulencia tecnológica como variable motivadora del desempeño innovador, su exposición a entornos de negocio muy cambiantes, que la inteligencia artificial está cada vez más presente en los procesos operativos o de toma de decisiones y, por tanto, influye en el perfil innovador de las organizaciones, este estudio busca analizar la relación entre turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial y el desempeño innovador, mediada por la orientación estratégica a la digitalización. El estudio fue realizado para 90 empresas del sector de manufactura y servicios de diferentes sectores como el financiero,

el de telecomunicaciones, el educativo, el de ingeniería, entre otros. El artículo tiene como objetivo analizar de manera más profunda el tema, en el cual se reconoce que puede existir un impacto positivo de la turbulencia tecnológica en la innovación bajo algunas condiciones, desde la necesidad de las compañías de desarrollar productos innovadores para sobrevivir en el mercado, pero no existe un consenso sobre los mecanismos bajo los cuales opera dicho impacto; por esta razón, el estudio se propone explicar una de las vías bajo las cuales esto puede ocurrir. La metodología del estudio es cuantitativa, desarrollada a través de la recolección de datos con un instrumento tipo encuesta con una escala de valoración estilo Likert, luego de lo cual se procesaron los datos en un *software* estadístico para crear un modelo estructural que permitió evaluar la significancia de las relaciones entre las diferentes variables propuestas.

El presente artículo presenta, después de esta introducción, el marco teórico y desarrollo de hipótesis planteadas por la investigación, dentro del cual se encuentra la turbulencia tecnológica, su relación con la inteligencia artificial,

la innovación de producto y la orientación estratégica a la digitalización; la revisión teórica para realizar el estudio se fundamenta en investigaciones anteriores relacionadas con los procesos de innovación desde lo estratégico y el cambio tecnológico. Posteriormente, se aborda la metodología de la investigación, se presentan los resultados, se lleva a cabo la discusión generada a partir de la investigación y, finalmente, se exponen las conclusiones.

Marco teórico y desarrollo de hipótesis

La teoría de la firma basada en el conocimiento plantea que el inventario de conocimiento individual y social es el recurso más valioso de la organización (Grant, 1996) y el principal determinante de las ventajas competitivas (Kogut & Zander, 1992). Para esta teoría, el conocimiento es información a la cual se le agrega opinión experta, experiencia, lecciones aprendidas, lo que resulta en *know-how*, nuevas ideas, procedimientos o acciones específicas (Alavi & Leidner, 2001; Ardolino et al., 2018). Esta perspectiva teórica plantea que las ventajas competitivas se generan cuando se dinamiza el flujo de conocimiento en la empresa (Martín-de Castro & Delgado-Verde, 2011; Nonaka & Takeuchi, 1995). Por esa razón, los supuestos de esta teoría son claves para entender el rol mediador del papel de la orientación estratégica a la digitalización, que implica la captura, transformación y aplicación de conocimiento para crear valor con las tecnologías digitales (Arias-Pérez et al., 2021), en este caso, para traducir la turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial en nuevos y mejorados productos.

Turbulencia tecnológica

La turbulencia tecnológica hace referencia al cambio tecnológico que sucede a lo largo del tiempo dentro de una industria, producción o en los mismos productos, y al que las compañías deben saber adaptarse para sobrevivir (Martin et al., 2020). Un ambiente de turbulencia tecnológica implica que se tomen nuevos riesgos y afronten decisiones estratégicas, lo cual sucede dentro de un entorno de alta incertidumbre (Slavec Gomezel & Aleksić, 2020). La turbulencia tecnológica suele crear alteraciones que fuerzan a las compañías a apropiarse de nuevas tendencias y puede verse como una amenaza cuando aquellas tendencias se presentan como disruptivas (Martin et al., 2020). Se puede decir que la turbulencia tecnológica puede afectar a toda una industria, pero no en igual medida a todas las compañías, pues esto depende de qué tanta capacidad de adaptación tengan las empresas (Hoffmann et al., 2018).

La turbulencia tecnológica ha sido estudiada como un atributo del ambiente de negocio, y se dice que adquiere

sentido una vez que se configura como una percepción a nivel de equipo. En este sentido, los colaboradores de las organizaciones desarrollan sus propias percepciones a nivel individual sobre lo que sucede en la industria y, cuando un número determinado de personas adquieren conciencia sobre los cambios, emerge desde la comunicación un proceso que concilia las percepciones individuales y las lleva a nivel de equipo (Aime et al., 2014). De este modo, la turbulencia tecnológica puede definirse como un constructo social, por lo cual distintas empresas en el mismo sector pueden llegar a conclusiones diferentes sobre los cambios tecnológicos a los cuales se enfrentan (Chen et al., 2018).

En el ámbito del mercado, la turbulencia tecnológica se puede relacionar con un corto ciclo de vida de los productos o estructuras de mercado más dinámicas, en las cuales se experimentan entradas y salidas rápidas, pérdida rápida de conocimientos y cambios frecuentes en las expectativas de los clientes y de la demanda (Pratono, 2018). Asimismo, se acepta que la turbulencia tecnológica es la fuente que alimenta los cambios en las industrias, así como le otorga velocidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad al entorno de negocios (Wu et al., 2014). En este estudio, la turbulencia tecnológica se asume como un rápido cambio en las tecnologías de la industria en la que operan determinadas empresas, las cuales influyen en el desarrollo de nuevos productos y ofrecen nuevas oportunidades a las compañías (Srivastava et al., 2017). Desde su impacto en la cadena de valor, la turbulencia tecnológica es un factor crítico para el abastecimiento y la fabricación de nuevos productos y el desarrollo de nuevos procesos; en ambientes muy competitivos, las compañías suelen requerir más información sobre el contexto en el que están inmersas y los factores ambientales a los que están sometidas (Jiang et al., 2016).

Turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial

La inteligencia artificial puede definirse como un programa de computador que, a través de algoritmos, realiza tareas de una manera inteligente (Neştian et al., 2020). También se puede entender como un sistema de computador que es capaz de realizar tareas que normalmente requieren de la inteligencia humana, pero esta puede ser una visión reduccionista (Arenal et al., 2020). En un sentido más amplio y general, la inteligencia artificial se puede definir como la habilidad de un computador o robot para realizar tareas comúnmente asociadas con seres inteligentes; esto aplica para sistemas con la capacidad de razonar, descubrir significados, generalizar o aprender de experiencias pasadas (Kaplan & Haenlein, 2020). En esa línea

teórica se encuentra Akerkar (2019), quien relaciona la inteligencia artificial con la acumulación de conocimiento y aprendizaje de las máquinas a partir del procesamiento de vastas cantidades de datos, que permiten la simulación de escenarios.

La forma en la que la inteligencia artificial se convierte en un generador de turbulencia tecnológica parte del hecho de su propiedad como generadora de conocimiento dentro de las organizaciones, en las cuales desempeña un rol de apoyo en la toma de decisiones estratégicas (Neştian et al., 2020). La forma en la que impacta el ambiente de negocio inicia con la creación de nuevos modelos de negocio cuando se descubren patrones en los datos que pueden acelerar el ritmo de las innovaciones en la industria (Arias-Pérez & Cepeda-Cardona, 2022). Este proceso comienza desde que los colaboradores utilizan los datos como base para generar *insights* sobre formas más eficientes de realizar las tareas y termina en acelerar las innovaciones de productos y servicios (Deloitte & Confederation of Indian Industry, 2018; Khin & Ho, 2019).

Otra característica que confiere a la inteligencia artificial una calidad de elemento disruptivo en el ambiente de negocio es el hecho de que alrededor del 80% de las compañías más grandes del mundo ha adoptado alguna forma de inteligencia artificial (Ghosh et al., 2019). Actualmente, las empresas utilizan inteligencia artificial para tareas tan diversas como seleccionar personal para puestos de trabajo, tareas logísticas (von Krogh, 2018) o distribuir pagos a socios de negocios (Murray et al., 2020). Sin embargo, y a pesar del gran impacto que puede generar la inteligencia artificial, pocas empresas se comprometen con estrategias bien definidas para implementarla debido a barreras culturales y organizacionales. Uno de los mayores errores que cometen las compañías es pensar que la inteligencia artificial automáticamente representa beneficios, pero no tienen en cuenta que estos beneficios son tangibles cuando se combinan las habilidades de los colaboradores y se realiza un trabajo transversal entre equipos (Fountain et al., 2019).

Según un estudio de Deloitte (2017), una de las principales limitaciones que poseen las empresas a la hora de aprovechar la inteligencia artificial es la dificultad que tienen las personas para integrarlas en su trabajo y sus procesos. Esta dificultad parte del hecho de que la inteligencia artificial implica complejidades de orden cognitivo, relacional y estructural (Kaplan & Haenlein, 2020). Desde lo cognitivo, las nuevas aplicaciones de *machine learning*, redes neuronales y aprendizaje profundo revolucionan la inteligencia artificial desde el impacto en la toma de decisiones al eliminar sesgos cognitivos que suelen estar influenciados por

creencias y experiencias vividas (Choudhury et al., 2020). Lo que busca la inteligencia artificial es dotar de mayor objetividad el proceso decisorio, dado que las aplicaciones evolucionan desde la automatización de tareas al aprendizaje continuo, que implica además un conocimiento o conciencia sobre el contexto de negocio (Davenport et al., 2020). De este modo, la inteligencia artificial tiene la capacidad de que las empresas puedan tomar decisiones más transparentes, con mayor especificidad e interpretabilidad (Shrestha et al., 2019).

Desde lo estructural, la implementación de herramientas de inteligencia artificial requiere de modificaciones que implican el rediseño de tareas y asignación de funciones, incluso el reemplazo de colaboradores cuyas tareas pueden ser desempeñadas por algoritmos, pero esto requiere de un alto grado de madurez (Davenport et al., 2020). Cuanta mayor conciencia exista sobre la turbulencia tecnológica y los beneficios generados por la inteligencia artificial, mayores son los cambios a los que se ven avocadas las compañías (Fountain et al., 2019). El entorno innovador impulsa la evolución ya sea por factores externos o internos; cuando se trata de motivadores internos, las organizaciones son capaces de establecer estrategias más claras sobre el uso de inteligencia artificial, que incluye aspectos no solo técnicos sino éticos, de gestión, atribución de responsabilidades, lo cual requiere desarrollar una cultura organizacional más colaborativa, abierta y proclive al flujo de información y conocimiento (Arenal et al., 2020; Barro, & Davenport, 2019).

Desde la perspectiva relacional, el éxito de implementar inteligencia artificial parte de que la compañía y colaboradores adquieran conciencia sobre esta; al principio, puede haber resistencia y escepticismo por parte de las empresas y las personas sobre los cambios a los que se ven enfrentados (Choudhury et al., 2020). Es fundamental que se asuma que los beneficios de la inteligencia artificial no se obtienen de forma automática, sino que es necesaria una simbiosis entre herramientas tecnológicas y habilidades humanas no solo duras, que implican conocimiento técnico, sino blandas, como emociones, experiencias, sentimientos y conocimiento tácito (Glikson & Williams Woolley, 2020). Todo lo anterior debe ir enmarcado en una orientación estratégica de las políticas de digitalización que permita articular los aspectos técnicos y humanos de la inteligencia artificial para poder alcanzar beneficios tangibles y un grado de madurez mayor más allá de desarrollar planes piloto (Deloitte, 2017; Fountain et al., 2019).

Innovación de producto

La innovación de producto hace referencia a los resultados tangibles de las actividades de innovación de las compañías, que incluyen lanzar nuevos bienes y servicios, los éxitos obtenidos por estos y su ciclo de desarrollo desde la ideación hasta su materialización (Sok & O’Cass, 2011). El Manual de Oslo define la innovación de producto como la introducción de bienes o servicios significativamente mejorados en sus características o usos, lo que puede incluir cambios en características técnicas, materiales, de sistemas integrados, entre otros (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2005). Tradicionalmente, se considera que la innovación de producto puede ser una forma de obtener ventaja competitiva e impulsar el crecimiento empresarial; una de sus características más importantes es que la novedad en estos no confiere por sí misma un éxito en el mercado, sino que debe darse de manera oportuna (Al-Hashem, 2020; Samaniego Alcántar & Mongrut, 2014). Podría afirmarse que la innovación de producto constituye un componente estratégico de la capacidad empresarial para tener éxito y ganar cuota de mercado en un ambiente de negocio turbulento, con el fin de satisfacer las necesidades de los consumidores y en aras de mantener su lealtad (Martínez-Senra et al., 2014; Qi et al., 2020). Desde la estrategia, la innovación de producto implica un esfuerzo comercial, técnico, de diseño y producción para crear una combinación única en el mercado. De este modo, un producto puede ser catalogado como novedoso cuando introduce características difíciles de imitar dada su originalidad comparada con otros productos existentes en el mercado (Ogbeibu et al., 2020; Vargas Martínez et al., 2018).

La innovación de producto no se da de forma aislada en las compañías, sino que requiere de la adaptación de procesos, conocimientos y saber hacer de los colaboradores, de modo que puede implicar cambios en el funcionamiento interior de las empresas (Gallego Bono, 2016; Slater et al., 2014; Solís Vázquez et al., 2017), pero también permite que las organizaciones puedan desarrollar conocimiento tecnológico y sobre el mercado, además de incentivar una colaboración más estrecha entre los equipos, lo que puede llevar a que las compañías puedan responder más rápidamente a los desafíos del mercado y a las nuevas necesidades de los consumidores (Díaz Pinzón et al., 2017; Zhang et al., 2015).

En el entorno de negocios actual, con un flujo de información en constante crecimiento, la innovación y, en particular, la innovación de producto no se generan necesariamente como un proceso al interior de las empresas de forma aislada. La globalización y el acceso a información por parte de

los consumidores incentiva el intercambio de conocimiento y la construcción de redes con clientes, competidores, proveedores y todos los actores del entorno de negocio (Choudhury et al., 2020; Gómez Rodríguez et al., 2020). Uno de los principales retos de las compañías en la actualidad es lograr formar redes de conocimiento, que incentiven el flujo de información y constituyan verdaderos procesos de aprendizaje colaborativo, lo cual requiere desarrollar una cultura de trabajo colectivo (Dongling & Lam, 2019).

Lo anterior es particularmente importante para *startups*, dado que se encuentran en un estadio de desarrollo emergente en el que comienzan a entender el mercado para posicionar una estrategia que les permita encontrar su lugar en este (Fossas-Olalla et al., 2015). Según se ha evidenciado, un elemento importante en la innovación de producto es su ciclo de desarrollo pues, cuanto más largo sea el ciclo, mayor es la incertidumbre y el procesamiento de información y de actividades de I+D que se requieren (Gkypali et al., 2017).

Turbulencia tecnológica e innovación de producto

La relación entre turbulencia tecnológica e innovación de producto está dada principalmente desde el impacto que genera la primera en los procesos creativos al interior de las compañías. Adaptarse a los cambios tecnológicos del mercado requiere explotar la creatividad para saber implementar procesos de innovación en cuanto a oferta de productos, que permitan competir y sobrevivir en el mercado; de esta forma, la innovación de producto se convierte en una capacidad dinámica de las organizaciones (Ogbeibu et al., 2020). La relación positiva entre la turbulencia tecnológica y la innovación de producto ha sido probada anteriormente, incluso de forma más significativa que, por ejemplo, la turbulencia del mercado; la razón es que innovar es la estrategia fundamental por la cual las compañías pueden sobrevivir en el largo plazo en mercados tan exigentes y cambiantes como los actuales. Lo anterior es particularmente cierto para las pequeñas y medianas empresas que no tienen un poder de mercado consolidado (Bodlaj & Čater, 2019; Zimuto et al., 2019).

Desde esta investigación, se ha establecido que aquellas compañías que tienen recursos y capacidades únicos son las que mayor potencial tienen para aprovechar las oportunidades en el mercado, adaptarse rápidamente a los cambios impredecibles en materia tecnológica y lograr alcanzar altos niveles de desempeño (Abbas & Hassan, 2017). Estas capacidades de las empresas en términos de innovación son especialmente relevantes dado que hacen parte del conocimiento formal o tácito desarrollado, y son difíciles de imitar o sustituir (Rahim & Zainuddin, 2017).

Asimismo, la turbulencia tecnológica y las capacidades de innovación desarrolladas a partir de esta pueden acelerar el desarrollo de innovaciones de producto mediante la adopción de nuevos procesos con el objetivo de ser pioneros en el mercado; esto es de mayor importancia cuanto más relacionada esté la compañía con innovaciones tecnológicas que son las de mayor velocidad y las que requieren enfrentarse a mayores retos por temas de conocimiento o inversión (Shan & Jolly, 2013; Wilden & Gudergan, 2014).

En resumen, se podría decir que cuando existen turbulencias, entre ellas las de tipo tecnológico, la adaptación e implementación de prácticas lo suficientemente flexibles en las empresas, aquellas son la base para construir estrategias para enfrentarla y obtener resultados en innovación de producto deseados. De este modo, en las estrategias de innovación de producto de las empresas siempre debe tenerse en cuenta dónde se ha generado la turbulencia tecnológica y qué nuevas fuentes de turbulencia existen en el mercado. Más allá de requisitos técnicos, desarrollar nuevos productos debe incorporar desde el principio la información del mercado, por lo cual el procesamiento de dicha información también es una capacidad importante que se debe desarrollar (Aydin, 2020; Maxwell, 2017).

Mediación de la orientación estratégica a la digitalización

A pesar de que hay una relación existente entre la innovación de producto y la turbulencia tecnológica, como fue expuesto anteriormente, esta relación implica enfrentar retos en temas de conocimiento para saber aprovechar dicha turbulencia (Shan & Jolly, 2013), es decir, se requiere que haya una orientación estratégica en temas tecnológicos, de modo que desde las políticas de la empresa se genere una estructura que sea capaz de enfrentar la turbulencia generada en el mercado; en particular, se requiere de una orientación estratégica a la digitalización, definida como la capacidad de las empresas de entender y usar la tecnología para responder a los cambios y retos del mercado (Khin & Ho, 2019).

La digitalización hace referencia a cómo las tecnologías digitales son usadas para modificar los procesos existentes en las organizaciones. Esta digitalización está enfocada en mejorar los procesos y tareas asociadas al desarrollo y oferta de productos y servicios (Verhoef et al., 2019).

Cuando una empresa realiza un aprovechamiento sistemático, deliberado y consciente de la digitalización, se dice que tiene una orientación estratégica a la digitalización, la cual implica entender las tendencias, prever su impacto y encontrar formas de agregar valor a partir de estas (Arias-Pérez et al., 2021; Quinton et al., 2018). Lo anterior es de especial importancia si se tiene en cuenta que la turbulencia tecnológica impulsa el ritmo de las innovaciones de producto; por lo tanto, realizar un aprovechamiento estratégico de estas sería clave a la hora de innovar exitosamente (Maxwell, 2017).

A partir de lo expuesto anteriormente, se puede inferir que, aunque la turbulencia tecnológica puede ser un determinante de la innovación y, en particular, de la innovación de producto, no es suficiente con implementar tecnologías que mejoren o modifiquen los procesos en las organizaciones, sino que es necesario además desarrollar conocimiento y estrategias explícitas que permitan hacerlo (Shan & Jolly, 2013). De esta forma, la empresa será capaz de desarrollar nuevos productos y servicios, en la medida en que sea capaz de identificar las tendencias del mercado en materia de tecnología. Esto tiene especial validez para aquellos sectores económicos donde los cambios tecnológicos tienen un gran peso en el desempeño de la empresa, pues, a medida que las compañías mejoran los productos desde lo digital, habrá un mayor valor agregado de la oferta para los clientes y su experiencia de usuario (Vial, 2019).

Por lo tanto, para que la turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial que representa una presión externa para que la empresa adopte robots inteligentes (Arias-Pérez & Cepeda-Cardona, 2022; Choi et al., 2018), es necesario la intermediación de la orientación estratégica hacia la digitalización, es decir, se requiere que la empresa deliberadamente haga esfuerzos por entender e idear formas de crear valor con las tecnologías digitales. En otras palabras, la orientación estratégica hacia la digitalización es la variable que permite traducir este tipo de presión externa en acciones que derivan en el uso de nuevos y mejorados productos (Khin & Ho, 2019). Por lo tanto, se plantea la siguiente hipótesis:

H1. *La relación entre turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial e innovación de producto está mediada por la orientación estratégica a la digitalización.*

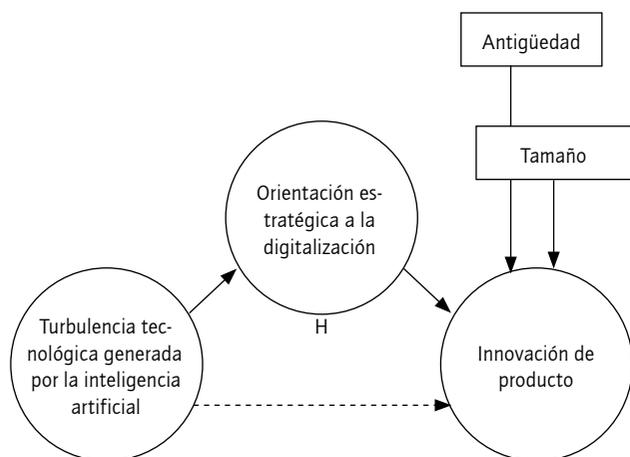


Figura 1. Modelo de investigación. Fuente: elaboración propia.

Metodología

Muestra y recolección de datos

El modelo de investigación propuesto (figura 1) se testeó mediante encuesta en una muestra de empresas manufactureras de alta, media y baja tecnología (Eurostat, 2009), y de servicios, situadas en un país emergente clasificado como seguidor tecnológico (Castellacci, 2011), que están en sectores en los cuales la adopción de robots inteligentes va en aumento como el financiero, el de telecomunicaciones, el de comercio mayorista, el de manufactura de alimentos, entre otros (Butner & Ho, 2019; Ransbotham et al., 2017). El trabajo de campo se realizó mediante el envío de un cuestionario por correo electrónico al personal directivo de un total de empresas que son clientes de una empresa que presta servicios de TI y transformación digital. Finalmente, se obtuvieron 90 respuestas válidas que permiten garantizar una potencia de prueba superior al 80%, de acuerdo con el método de muestreo del R² mínimo (Hair et al., 2017).

Escalas de medida

Para la medición de orientación estratégica a digitalización se usó la escala adaptada por Arias-Pérez et al. (2021). En cambio, para la medición de innovación de producto se utilizó la escala adaptada por Liao et al. (2007). Para turbulencia tecnológica generada por inteligencia artificial, se usó la escala adaptada por Arias-Pérez y Vélez-Jaramillo (2022). Además, se utilizó una escala Likert que va desde totalmente en desacuerdo (1) hasta totalmente de acuerdo (5).

Tabla 1. Fiabilidad y validez.

Constructos	Cargas factoriales	AC	rho_A	FC	IVE
<i>Orientación estratégica a la digitalización</i>					
OED1	0,81*	0,93	0,93	0,94	0,70
OED2	0,84*				
OED3	0,86*				
OED4	0,80*				
OED5	0,79*				
OED6	0,86*				
OED7	0,86*				
Turbulencia generada por IA		0,92	0,93	0,95	0,82
TTIA1	0,92*				
TTIA2	0,92*				
TTIA3	0,93*				
TTIA4	0,84*				
Innovación de producto		0,86	0,86	0,90	0,70
IP1	0,85*				
IP2	0,78*				
IP3	0,87*				
IP4	0,85*				

Fuente: elaboración propia.

Fiabilidad y validez

La fiabilidad y la validez del modelo de medición se examinaron con ecuaciones por el método de mínimos cuadrados parciales (Hair et al., 2019). Con respecto a la fiabilidad individual, verificamos que todos los ítems tuvieran una carga igual o superior a 0,7 o no inferior a 0,6 en el caso de escalas que apenas se comienzan a utilizar de forma más recurrente en trabajos empíricos (tabla 1). También constatamos que todos los constructos presentarían un alfa de Cronbach (AC), así como los índices de fiabilidad compuesta (FC) y rho_A superiores a 0,7, y un índice de varianza extraída (IVE) mayor a 0,5 (Hair et al., 2019).

Validez discriminante

Para establecer la validez discriminante (tabla 2), se verificó que todos los valores de las correlaciones Heterotrait-Monotrait (HTMT) estuvieran por debajo del umbral de 0,85 (Hair et al., 2020).

Tabla 2.

Fiabilidad y validez.

Constructos	HTMT		
	1	2	3
1. Orientación estratégica a la digitalización			
2. Turbulencia generada por IA	0,52		
3. Innovación de producto	0,75	0,37	

Fuente: elaboración propia.

Test del efecto mediador

En el estudio se adoptó el procedimiento propuesto por Zhao et al. (2010), quienes proponen la confirmación de la significancia estadística de los efectos indirectos como único criterio para constatar la existencia de un efecto mediador (Hair et al., 2021). Para ello, en el estudio se utilizaron ecuaciones estructurales por el método de mínimos cuadrados parciales (PLS), para obtener los intervalos de confianza al 95% y los valores *t* de los coeficientes de las distintas trayectorias a partir de un remuestreo de 5.000 submuestras (Hair et al., 2019).

Resultados

Los resultados presentados a continuación indican que las trayectorias entre la evaluación de turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial y orientación estratégica a la digitalización, así como entre este constructo y el desempeño innovador (*DI*), es positiva y significativa, lo cual permite aceptar la hipótesis H1 que indica que la turbulencia tecnológica generada por inteligencia artificial tiene una relación positiva con el desempeño innovador, mediado por la orientación estratégica a la digitalización (tabla 3). En contraste, la turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial y el *DI* no presentan una relación significativa, lo cual se alinea con lo expuesto por la investigación, en el sentido de que, para poder obtener beneficios significativos de la turbulencia tecnológica, es necesario que la empresa esté determinada a aprovechar las oportunidades que ofrecen las tecnologías digitales para generar un impacto en la innovación de producto. A su vez, se puede observar que el efecto directo de orientación estratégica a la digitalización sobre el *DI* no es significativo, al igual que las variables de control *edad* y *antigüedad*.

De la misma forma, para establecer la magnitud del mediador se calculó la varianza explicada o *VAF*, la cual permite establecer la magnitud del efecto indirecto sobre el total. Para el caso de esta investigación, el *VAF* fue de 1,08, lo que indica que la mediación es total. Es decir, la

Tabla 3.

Resultados de las ecuaciones estructurales.

Modelos	Trayectorias	Coefficiente	Intervalos de confianza al 95%
Directo	Efectos directos		
	Turbulencia generada por IA → Innovación de producto	0,32*	[0,17; 0,49]
	Variables de control		
	Antigüedad → Innovación de producto	-0,01	[-0,20; 0,20]
	Tamaño → Innovación de producto	0,10	[-0,12; 0,33]
Mediado	Efectos directos		
	Turbulencia generada por IA → Innovación de producto	-0,02	[-0,21; 0,13]
	Turbulencia generada por IA → Orientación estratégica a la digitalización	0,49*	[0,37; 0,62]
	Orientación estratégica a la digitalización → Innovación de producto	0,68*	[0,59; 0,62]
	Variables de control		
	Edad → Innovación de producto	-0,02	[-0,19; 0,16]
	Antigüedad → Innovación de producto	0,06	[-0,11; 0,25]
	Efectos indirectos		
Turbulencia generada por IA → Orientación estratégica a la digitalización → Innovación de producto (<i>VAF</i> = 1,08)	0,33*	[0,24; 0,46]	

Nota. **p* < 0,001.

Fuente: elaboración propia.

totalidad de la varianza de innovación de producto es explicado por el efecto mediador de la orientación estratégica a la digitalización (Hair et al., 2017).

Discusión

Los resultados obtenidos demuestran el impacto generado en el desempeño innovador a partir de la turbulencia

tecnológica y, por lo tanto, no son significativos en el modelo mediado, se requiere al menos del desarrollo de una estrategia o política interna enfocada en el desarrollo de capacidades y habilidades que permitan transformar los procesos, apropiarse de las nuevas tecnologías y realizar innovaciones, entre ellas la de producto. Lo anterior no está dado por una mera adopción de tecnologías, sino que implica un proceso de aprendizaje interno y de desarrollo de innovaciones organizacionales y cambios en la cultura de las empresas que faciliten realizar transformaciones en los procesos. Esto es especialmente complicado en sectores donde la turbulencia tecnológica no es tan frecuente, debido a que los cambios en los procesos internos pueden tomar más tiempo y generar resistencias entre los colaboradores. En este aspecto, es fundamental resaltar lo dicho por (Vial, 2019), quien hace énfasis en que las organizaciones que son lo suficientemente flexibles tienen una tendencia mayor a detectar las turbulencias tecnológicas y a realizar cambios rápidamente, aspecto que resulta ser muy importante en las empresas de sectores tecnológicos, donde la turbulencia tecnológica con frecuencia es una variable muy relevante para el crecimiento.

Desde la estrategia de las empresas, la turbulencia tecnológica y su influencia en el desempeño innovador se puede observar como una consecuencia del comportamiento oportunista de las organizaciones que, cuando se encuentran en ambientes de alta incertidumbre, generan mayores costos del intercambio organizacional. Esto se explica porque la diferenciación en la innovación de producto es fundamental para lograr crecimiento orgánico a partir de una expansión de la cuota de mercado. Cuanto mayor es la diferenciación, mayor es la probabilidad de éxito de un producto innovador. Un aspecto clave de este proceso puede estar en la relevancia de los vendedores de los productos, dado que de la información que entreguen a los clientes depende el crecimiento de las ventas y una retroalimentación que permita conocer la aceptación y preferencias del consumidor cuando se introducen productos innovadores, como también lo proponen Srinivasan et al. (2020).

Ahora bien, la razón por la cual la orientación estratégica a la digitalización se convierte en una variable relevante para mediar la relación entre turbulencia tecnológica generada por inteligencia artificial y desempeño innovador es que permite establecer una ruta de comportamientos específicos que se consideran propicios para lograr un alto desempeño organizacional (Gatignon & Xuereb, 1997). Más específicamente, una de las orientaciones estratégicas más consideradas por la literatura tiene que ver con la orientación estratégica a la tecnología (Pratono, 2016), la cual está relacionada con el desarrollo de capacidades en las organizaciones que permitan asimilar los cambios tecnológicos de

una manera adecuada. Para desarrollar esta orientación, es necesario realizar cambios en la cultura organizacional; en este sentido, las compañías que logran realizar alianzas con otras, que acceden a programas institucionales y que están inmersas en el ecosistema de ciencia, tecnología e innovación son aquellas que logran dichas capacidades (Bogers et al., 2017; Bogers et al., 2019).

Adicionalmente, uno de los aspectos clave que permite desarrollar capacidades para una orientación estratégica a nivel organizacional es la motivación de las firmas para abandonar posiciones de mercado con mucha aversión al riesgo y atreverse a invertir. Fundamentalmente la implementación de herramientas tecnológicas y la creación de capacidades para su aprovechamiento sistemático corresponde básicamente a realizar un proyecto en el que se deben establecer compromisos, presupuesto y recursos humanos (Alexy et al., 2013). Además de una disposición para explotar nuevas oportunidades de mercado, toda inversión inicial conlleva unos riesgos que se pueden mitigar pero que hay que asumir si se desea aprovecharlas. Esto también requiere de parte de las empresas la adopción de comportamientos proactivos más que reactivos a las condiciones de mercado para poder anticipar los cambios y tomar decisiones estratégicas en lo organizacional para enfrentarlos (Pratono, 2018). Finalmente, cabe resaltar que desarrollar una orientación estratégica en temas tecnológicos es una habilidad mucho más fuerte en aquellas empresas con una alta exposición a los cambios tecnológicos en sus sectores económicos. Las condiciones ambientales las obligan a operar bajo estructuras organizacionales mucho más dinámicas que requieren niveles de adaptación y flexibilidad mucho más rápidos que los exigidos en las industrias donde los cambios tecnológicos tienen un ritmo de progreso más lento (Guo et al., 2020; Halac, 2015; Tutar et al., 2015).

Conclusiones

En cuanto a la contribución del estudio a la teoría, se podrían enumerar varios aspectos. Primero, es un estudio que busca analizar el impacto que tiene la turbulencia tecnológica en el desempeño innovador de las compañías desde una perspectiva en la que se asume que la mera apropiación de las tecnologías de inteligencia artificial no garantiza que desarrollen procesos de innovación de producto, ni siquiera cuando se trata de empresas con extensa experiencia o antigüedad en el mercado. Esta relación se deduce a partir de la no significancia de las variables de control *edad* y *antigüedad*, lo cual enriquece la literatura sobre el tema. Además se evidencia que el aprendizaje y puesta en práctica de nuevas habilidades tanto blandas como duras, tales como la flexibilidad, la adaptabilidad

(Martin et al., 2020), el desarrollo de capacidades de análisis y el procesamiento de datos, integrados en una estrategia organizacional orientada a la digitalización, son un requisito para aprovechar rápidamente la turbulencia tecnológica generada por inteligencia artificial y lograr un impacto positivo en las innovaciones de producto.

En segundo lugar, analizar la turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial como variable que afecta la innovación de producto es una nueva aproximación si se tiene en cuenta que algunos estudios toman la turbulencia tecnológica desde la incorporación de cambios tecnológicos dentro de los procesos de innovación más que como un desencadenante de esto, y sin considerar una apropiación estratégica como vehículo fundamental para tener éxito. Como se mencionó en la teoría, la turbulencia tecnológica no inicia desde la implantación de novedades o herramientas, sino desde que el imaginario colectivo es capaz de detectar cambios disruptivos en la industria; sin embargo, los resultados se alinean con la teoría desde la perspectiva de que, como elemento impulsor, la turbulencia tecnológica es una fuente de incertidumbre y complejidad en el ciclo de vida de los negocios (Celtekligil & Adiguzel, 2019). No obstante, ya se ha mencionado antes la importancia de la cultura organizacional como requisito para que la turbulencia tecnológica afecte positivamente los procesos de innovación (Lee, 2017).

Como implicación práctica, el presente estudio contribuye a entender cómo la turbulencia tecnológica generada por la inteligencia artificial puede ser mejor abordada en las políticas de la empresa, de modo que efectivamente impacten en la innovación. Esto es relevante si se considera que las organizaciones actuales tienden a realizar inversiones en temas de inteligencia artificial más llevadas por la moda del término que por realizar un verdadero aprovechamiento sistemático del mismo (Ogbeibu et al., 2020). En términos prácticos, este estudio representa una contribución para las compañías en cuanto a los elementos que deberían abordarse a la hora de implementar herramientas de inteligencia artificial, no solo cuando el propósito sea realizar innovaciones de productos, sino también impactar otros aspectos organizacionales.

Las principales limitaciones del estudio podrían radicar en que se incluyeron en la muestra empresas que apenas comienzan el camino de implementar robots, tecnologías de *big data* y analítica de datos, por lo cual no están en un estado de madurez muy significativo que permita obtener datos sobre su impacto en un periodo de tiempo amplio; por esta razón, una línea de investigación propuesta podría ser realizar un estudio similar, pero donde la muestra se reduzca a empresas con una mayor experiencia en la

implementación y uso de estas tecnologías. Lo anterior permitirá reconocer de forma más clara el impacto en las compañías, el proceso de apropiación de nuevas tecnologías y las capacidades internas generadas al interior para su aprovechamiento eficiente y sistemático.

Declaración de conflicto de interés

Los autores no manifiesta conflictos de intereses institucionales ni personales.

Referencias bibliográficas

- Abbas, M. W., & Ul Hassan, M. (2017). Moderating impact of environmental turbulence on business innovation and business performance. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, 11(2), 576-596.
- Aime, F., Humphrey, S., DeRue, D. S., & Paul, J. B. (2014). The riddle of heterarchy: Power transitions in cross-functional teams. *Academy of Management Journal*, 57(2), 327-352. <https://doi.org/10.5465/amj.2011.0756>
- Akerkar, R. (2019). *Artificial intelligence for business*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-97436-1>
- Al-Hashem, A. O. (2020). Mediation impact of marketing intelligence in the relationship between technology based knowledge sharing and product innovation. *TEM Journal*, 9(2), 688-693. <https://doi.org/10.18421/TEM92-35>
- Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Review: Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107-136. <https://doi.org/10.2307/3250961>
- Alexy, O., George, G., & Salter, A. J. (2013). Cui Bono? The selective revealing of knowledge and its implications for innovative activity. *Academy of Management Review*, 38(2), 270-291. <https://doi.org/10.5465/AMR.2011.0193>
- Ardolino, M., Rapaccini, M., Saccani, N., Gaiardelli, P., Crespi, G., & Ruggeri, C. (2018). The role of digital technologies for the service transformation of industrial companies. *International Journal of Production Research*, 56(6), 2116-2132. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1324224>
- Arenal, A., Armuña, C., Feijoo, C., Ramos, S., Xu, Z., & Moreno, A. (2020). Innovation ecosystems theory revisited: The case of artificial intelligence in China. *Telecommunications Policy*, 44(6), 101960. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101960>
- Arias-Pérez, J., & Cepeda-Cardona, J. (2022). Knowledge management strategies and organizational improvisation: What changed after the emergence of technological turbulence caused by artificial intelligence? *Baltic Journal of Management*, 17(2), 250-265. <https://doi.org/10.1108/BJM-01-2021-0027>
- Arias-Pérez, J., & Vélez-Jaramillo, J. (2022). Understanding knowledge hiding under technological turbulence caused by artificial intelligence and robotics. *Journal of Knowledge Management*, 26(6), 1476-1491. <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2021-0058>
- Arias-Pérez, J., Velez-Ocampo, J., & Cepeda-Cardona, J. (2021). Strategic orientation toward digitalization to improve innovation capability: Why knowledge acquisition and exploitation through external embeddedness matter? *Journal of Knowledge Management*, 25(5), 1319-1335. <https://doi.org/10.1108/JKM-03-2020-0231>

- Aydin, H. (2020). Market orientation and product innovation: The mediating role of technological capability. *European Journal of Innovation Management*, 24(4), 1233-1267. <https://doi.org/10.1108/EJIM-10-2019-0274>
- Barro, S., & Davenport, T. H. (2019). People and machines: Partners in innovation. *MIT Sloan Management Review*, 60(4). <https://sloanreview.mit.edu/article/people-and-machines-partners-in-innovation/>
- Bodlaj, M., & Čater, B. (2019). The impact of environmental turbulence on the perceived importance of innovation and innovativeness in SMEs. *Journal of Small Business Management*, 57(S2), 417-435. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12482>
- Bogers, M., Zobel A.-K., Afuah, A., Almirall, E., Brunswicker, S., Dahlander, L., Frederiksen, L., Gawer, A., Gruber, M., Haefliger, S., Hagedoorn, J., Hilgers, D., Laursen, K., Magnusson, M. G., Majchrzak, A., McCarthy, I. P., Moeslein, K. M., Nambisan, S., Piller, F. T., Radziwon, A., ... Ter Wal, A. L. (2017). The open innovation research landscape: Established perspectives and emerging themes across different levels of analysis. *Industry and Innovation*, 24(1), 8-40. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1240068>
- Bogers, M., Chesbrough, H., Heaton, S., & Teece, D. J. (2019). Strategic management of open innovation: A dynamic capabilities perspective. *California Management Review*, 62(1), 77-94. <https://doi.org/10.1177/0008125619885150>
- Butner, K., & Ho, G. (2019). How the human-machine interchange will transform business operations. *Strategy & Leadership*, 47(2), 25-33. <https://doi.org/10.1108/SL-01-2019-0003>
- Castellacci, F. (2011). Closing the technology gap? *Review of Development Economics*, 15(1), 180-197. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9361.2010.00601.x>
- Celtekligil, K., & Adiguzel, Z. (2019). Analysis of the effect of innovation strategy and technological turbulence on competitive capabilities and organizational innovativeness in technology firms. *Procedia Computer Science*, 158, 772-780. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.114>
- Chen, T., Li, F., Chen, X.-P., & Ou, Z. (2018). Innovate or die: How should knowledge-worker teams respond to technological turbulence? *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 149, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2018.08.008>
- Choi, M. J., Kim, S., & Park, H. (2018). Empirical study on the factors influencing process innovation when adopting intelligent robots at small- and medium-sized enterprises-The role of organizational supports. *Information*, 9(315). <https://doi.org/10.3390/info9120315>
- Choudhury, P., Starr, E., & Agarwal, R. (2020). Machine learning and human capital complementarities: Experimental evidence on bias mitigation. *Strategic Management Journal*, 41(8), 1381-1411. <https://doi.org/10.1002/smj.3152>
- Davenport, T., Guha, A., Grewal, D., & Bressgott, T. (2020). How artificial intelligence will change the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(1), 24-42. <https://doi.org/10.1007/s11747-019-00696-0>
- Deloitte. (2017). *Bullish on the business value of cognitive. Leaders in cognitive and AI weigh in on what's working and what's next*. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/deloitte-analytics/us-da-2017-deloitte-state-of-cognitive-survey.pdf>
- Deloitte & Confederation of Indian Industry. (2018). *Knowledge management & big data making smart enterprise a reality*. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/in/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/knowledge-management-big-data.html>
- Díaz Pinzón, B. H., Gómez Medina, J. S., García González, J. D., Melo Román, H. A., & Sanabria Villamizar, F. E. (2017). Contribución de las iniciativas de tecnologías de la información en las organizaciones: una revisión de la literatura. *Innovar*, 27(66), 41-55. <https://doi.org/10.15446/innovar.v27n66.66710>
- Dongling, W., & Lam, K. C. K. (2019). The impact of inter-organizational Guanxi, organizational learning on innovation performance: An empirical study from the Chinese market. *International Journal of Organizational Innovation*, 11(3), 185-196. <https://www.ijoi-online.org/attachments/article/110/0906%20Final.pdf>
- Eurostat. (2009). 'High-technology' and 'knowledge based services' Aggregations Based on NACE Rev. 2. Eurostat. https://www.statistik.at/stdok/subdokumente/b_f-e_firmeneig_bereich_high_tech_sectors_nace_rev_2.pdf
- Fossas-Olalla, M., Minguela-Rata, B., López-Sánchez, J. I., & Fernández-Menéndez, J. (2015). Product innovation: When should suppliers begin to collaborate? *Journal of Business Research*, 68(7), 1404-1406. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.01.022>
- Fountaine, T., McCarthy, B., & Saleh, T. (2019). Building the AI-powered organization. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2019/07/building-the-ai-powered-organization>
- Gallego Bono, J. R. (2016). Fragmentación de las redes de innovación y dinámica de los sistemas territoriales de producción y de innovación en sectores tradicionales. *Innovar*, 26(62), 23-40. <https://doi.org/10.15446/innovar.v26n62.59386>
- Gatignon, H., & Xuereb, J.-M. (1997). Strategic orientation of the firm and new product performance. *Journal of Marketing Research*, 34(1), 77-90. <https://doi.org/10.2307/3152066>
- Ghosh, B., Wilson, J., Burden, A., & Daugherty, P. (2019, mayo 9). Taking a systems approach to adopting AI. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2019/05/taking-a-systems-approach-to-adopting-ai>
- Gkypali, A., Filiou, D., & Tsekouras, K. (2017). R&D collaborations: Is diversity enhancing innovation performance? *Technological Forecasting and Social Change*, 118, 143-152. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.02.015>
- Glikson, E., & Williams Woolley, A. (2020). Human trust in artificial intelligence: Review of empirical research. *Academy of Management Annals*, 14(2), 627-660. <https://doi.org/10.5465/annals.2018.0057>
- Gómez Rodríguez, M. E., Villalba Morales, M. L., & Pérez Valencia, D. M. (2020). Comparative analysis of technological innovation capabilities in the Colombian manufacturing industry, 2006-2014. A review based on the latent class analysis method. *Innovar*, 30(77), 93-106. <https://doi.org/10.15446/innovar.v30n77.87451>
- Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(S2), 109-122. <https://doi.org/10.1002/smj.4250171110>
- Guo, H., Wang, C., Su, Z., & Wang, D. (2020). Technology push or market pull? Strategic orientation in business model design and digital start-up performance. *Journal of Product Innovation Management*, 37(4), 352-372. <https://doi.org/10.1111/JPIM.12526>
- Hair, J., Howard, M., & Nitzl, C. (2020). Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis. *Journal of Business Research*, 109, 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.11.069>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (Eds.). (2017). *A primer on partial least squares structural equations modeling (PLS-SEM)*. SAGE.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (Eds.). (2021). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. SAGE.

- Hair, J. F., Risher, J., Sarstedt, M., & Ringle, C. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2-24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Halac, D. S. (2015). Multidimensional construct of technology orientation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 1057-1065. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.06.149>
- Hoffmann, J., Ramirez, R., & Lecamp, L. (2018). Right on time - Socio-ecological strategy and implications of turbulence in the Swiss watchmaking field. *Technological Forecasting and Social Change*, 137, 101-117. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.047>
- Jiang, X., Yang, Y., Pei, Y. L., & Wang, G. (2016). Entrepreneurial orientation, strategic alliances, and firm performance: Inside the black box. *Long Range Planning*, 49(1), 103-116. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2014.09.003>
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2020). Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence. *Business Horizons*, 63(1), 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.09.003>
- Khin, S., & Ho, T. C. (2019). Digital technology, digital capability and organizational performance: A mediating role of digital innovation. *International Journal of Innovation Science*, 11(2), 177-195. <https://doi.org/10.1108/IJIS-08-2018-0083>
- Kogut, B., & Zander, U. (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization Science*, 3(3), 383-397. <https://doi.org/10.1287/orsc.3.3.383>
- Lee, H. (2017). When and to whom does trust have a positive effect? Interaction among trust, technological turbulence and organizational culture. *Journal of Marketing Thought*, 3(4), 35-42.
- Li, Y., Kwok, R. C. W., Zhang, S., & Gao, S. (2020). How could firms benefit more from absorptive capacity under technological turbulence? The contingent effect of managerial mechanisms. *Asian Journal of Technology Innovation*, 28(1), 1-20. <https://doi.org/10.1080/19761597.2019.1686708>
- Liao, S. H., Fei, W. C., & Chen, C. C. (2007). Knowledge sharing, absorptive capacity, and innovation capability: an empirical study of Taiwan's knowledge-intensive industries. *Journal of information science*, 33(3), 340-359. <https://doi.org/10.1177/0165551506070>
- Martín-de Castro, G., López-Sáez, P., & Delgado-Verde, M. (2011). Towards a knowledge-based view of firm innovation. Theory and empirical research. *Journal of Knowledge Management*, 15(6), 871-874. <https://doi.org/10.1108/13673271111179253>
- Martin, S. L., Javalgi, R. G., & Ciravegna, L. (2020). Marketing capabilities and international new venture performance: The mediation role of marketing communication and the moderation effect of technological turbulence. *Journal of Business Research*, 107, 25-37. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.044>
- Martínez-Senra, A. I., Quintás, M. A., & Caballero, G. (2014). La investigación básica en las empresas innovadoras españolas: un análisis exploratorio. *Innovar*, 24(52), 79-88. <https://doi.org/10.15446/innovar.v24n52.42524>
- Maxwell, M. (2017). *The relationship between external turbulence and new product development practices* [Tesis doctoral, Nova Southeastern University]. NSU Works. https://nsuworks.nova.edu/hsbe_etd/132/
- Murray, A., Rhymer, J., & Sirmon, D. G. (2020). Humans and technology: Forms of conjoined agency in organizations. *Academy of Management Review*, 46(3), 552-571. <https://doi.org/10.5465/amr.2019.0186>
- Neșțian, A., Tiță, S., & Cuță, A. L. (2020). Incorporating artificial intelligence in knowledge creation processes in organizations. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 14(1), 597-606. <https://doi.org/10.2478/picbe-2020-0056>
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.
- Ogbeibu, S., Emelifeonwu, J., Senadjki, A., Gaskin, J., & Kaivo-oja, J. (2020). Technological turbulence and greening of team creativity, product innovation, and human resource management: Implications for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118703. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118703>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. OCDE; Eurostat. <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- Pratono, A. H. (2016). Strategic orientation and information technological turbulence: Contingency perspective in SMEs. *Business Process Management Journal*, 22(2), 368-382. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-05-2015-0066>
- Pratono, A. H. (2018). Does firm performance increase with risk-taking behavior under information technological turbulence? Empirical evidence from Indonesian SMEs. *Journal of Risk Finance*, 19(4), 361-378. <https://doi.org/10.1108/JRF-10-2017-0170>
- Qi, Y., Mao, Z., Zhang, M., & Guo, H. (2020). Manufacturing practices and servitization: The role of mass customization and product innovation capabilities. *International Journal of Production Economics*, 228, 107747. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107747>
- Quinton, S., Canhoto, A., Molinillo, S., Pera, R., & Budhathoki, T. (2018). Conceptualising a digital orientation: antecedents of supporting SME performance in the digital economy. *Journal of Strategic Marketing*, 26(5), 427-439. <https://doi.org/10.1080/0965254X.2016.1258004>
- Rahim, F. B. T., & Zainuddin, Y. (2017). Moderating effect of environmental turbulence on firm's technological innovation capabilities (TIC) and business performance in the automotive industry in Malaysia: A conceptual framework. *MATEC Web of Conferences*, 90. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20179001009>
- Ransbotham, S., Kiron, D., Gerbert, P., & Reeves, M. (2017). Reshaping business with artificial intelligence: Closing the gap between ambition and action. *MIT Sloan Management Review*, 59(1), 1-17. <https://sloanreview.mit.edu/projects/reshaping-business-with-artificial-intelligence/>
- Sahi, G. K., Gupta, M. C., Cheng, T. C. E., & Lonial, S. C. (2019). Relating entrepreneurial orientation with operational responsiveness: Roles of competitive intensity and technological turbulence. *International Journal of Operations and Production Management*, 39(5), 739-766. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-07-2018-0411>
- Samaniego Alcántar, Á. S., & Mongrut, S. (2014). Relación entre la creación de valor y la inversión en I+D: una aproximación mediante redes neuronales artificiales. *Innovar*, 24(51), 19-29. <https://doi.org/10.15446/innovar.v24n51.41236>
- Shan, J., & Jolly, D. R. (2013). Technological innovation capabilities, product strategy, and firm performance: The electronics industry in China. *Canadian Journal of Administrative Sciences*, 30(3), 159-172. <https://doi.org/10.1002/cjas.1256>
- Shrestha, Y. R., Ben-Menahem, S. M., & von Krogh, G. (2019). Organizational decision-making structures in the age of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 66-83. <https://doi.org/10.1177/0008125619862257>
- Slater, S. F., Mohr, J. J., & Sengupta, S. (2014). Radical product innovation capability: Literature review, synthesis, and illustrative research propositions. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 552-566. <https://doi.org/10.1111/jpim.12113>

- Slavec Gomezel, A., & Aleksić, D. (2020). The relationships between technological turbulence, flow experience, innovation performance and small firm growth. *Journal of Business Economics and Management*, 21(3), 760-782. <https://doi.org/10.3846/jbem.2020.12280>
- Sok, P., & O'Casey, A. (2011). Achieving superior innovation-based performance outcomes in SMEs through innovation resource–capability complementarity. *Industrial Marketing Management*, 40(8), 1285-1293. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2011.10.007>
- Solis Vázquez, S. Y., García Fernández, F., & Zerón Félix, M. (2017). Impacto de la capacidad de absorción del conocimiento en la innovación. El caso del sector petroquímico en Reynosa, México. *Innovar*, 27(66), 11-27. <https://doi.org/10.15446/innovar.v27n66.66708>
- Srinivasan, M., Srivastava, P., & Iyer, K. N. S. (2020). An empirical model of salesperson competence, buyer-seller trust and collaboration: The moderating role of technological turbulence and product complexity. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 28(4), 447-459. <https://doi.org/10.1080/10696679.2020.1781539>
- Srivastava, P., Iyer, K. N. S., & Rawwas, M. Y. A. (2017). Performance impact of supply chain partnership strategy-environment co-alignment. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(7), 927-949. <https://doi.org/10.1108/ijopm-09-2015-0586>
- Tutar, H., Nart, S., & Bingöl, D. (2015). The effects of strategic orientations on innovation capabilities and market performance: The case of ASEM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 207, 709-719. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.144>
- Ullah, A., Iqbal, S., & Shams, S. M. R. (2020). Impact of CRM adoption on organizational performance: Moderating role of technological turbulence. *Competitiveness Review*, 30(1), 59-77. <https://doi.org/10.1108/CR-11-2019-0128>
- Vargas Martínez, E. E., Bahena Álvarez, I. L., & Cerdón Pozo, E. (2018). Innovación responsable: nueva estrategia para el emprendimiento de mipymes. *Innovar*, 28(69), 41-53. <https://doi.org/10.15446/innovar.v28n69.71695>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2019). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Von Krogh, G. (2018). Artificial intelligence in organizations: New opportunities for phenomenon-based theorizing. *Academy of Management Discoveries*, 4(4), 404-409. <https://doi.org/10.5465/amd.2018.0084>
- Wilden, R., & Gudergan, S. P. (2014). The impact of dynamic capabilities on operational marketing and technological capabilities: Investigating the role of environmental turbulence. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(2), 181-199. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0380-y>
- Wu, B., Wan, Z., & Levinthal, D. A. (2014). Complementary assets as pipes and prisms: Innovation incentives and trajectory choices. *Strategic Management Journal*, 35(9), 1257-1278. <https://doi.org/10.1002/smj.2159>
- Zhang, M., Lettice, F., & Zhao, X. (2015). The impact of social capital on mass customisation and product innovation capabilities. *International Journal of Production Research*, 53(17), 5251-5264. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1015753>
- Zhao, X., Lynch J. G., & Chen, Q. (2010). Reconsidering Baron and Kenny: Myths and truths about mediation analysis. *Journal of Consumer Research*, 37(2), 197-206. <http://dx.doi.org/10.1086/651257>
- Zimuto, C., Sandada, M., Chuchu, T., & Ndoro, T. (2019). The impact of environmental turbulence on product innovation in small to medium enterprises in Harare, Zimbabwe. *Journal of Economics and Behavioral Studies*, 10(6A), 56-63. <https://doi.org/10.22610/jeb.v10i6a.2661>