

LA ACTIVIDAD INNOVADORA Y SUS FUENTES DE INCERTIDUMBRE: UNA TAXONOMÍA INTEGRAL

LILIANA RAMÍREZ RODRÍGUEZ^{1*}, GIBRÁN RIVERA GONZÁLEZ²

¹ UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS, FACULTAD; INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; AV. TÉ 950, GRANJAS MÉXICO, IZTACALCO, C.P. 08400, CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO; IRAMIREZR1801@ALUMNO.IPN.MX;  [HTTPS://ORCID.ORG/0009-0008-1637-8979](https://orcid.org/0009-0008-1637-8979)

² UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS, FACULTAD; INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; AV. TÉ 950, GRANJAS MÉXICO, IZTACALCO, C.P. 08400, CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO; GRIVERAG@IPN.MX;  [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0003-2805-5524](https://orcid.org/0000-0003-2805-5524)

*AUTOR CORRESPONSAL

Citación: Ramírez Rodríguez, L. & Rivera González, G. (2024). La actividad innovadora y sus fuentes de incertidumbre: una taxonomía integral. *Inquietud Empresarial*, 24(1), 1-20. <https://doi.org/10.19053/uptc.01211048.16596>

Editor: Blanco-Mesa, Fabio

Recibido: 26/09/2023
Aceptado: 14/04/2024
Publicado: 18/05/2024

Códigos JEL: O30, O31

Tipo de artículo: Revisión

Resumen: La única certeza en la innovación es la incertidumbre. La prevalencia de incógnitas heterogéneas, el carácter novedoso, no estándar, complejo, multivariable e interdependiente hace de la innovación un proceso razonado bajo incertidumbre. Cuando se describen los efectos adversos de este proceso, con frecuencia se hace refiriéndose a los términos riesgo e incertidumbre indistintamente dado el límite difuso entre ambos. Sin embargo, esta confusión puede llevar a tomar decisiones con deficiente calidad al suponer que se conocen con claridad variables importantes que afectan la innovación cuando en realidad no es así. Ante esta disparidad y ambigüedad teórica y empírica detectada, este trabajo desarrolla un análisis del concepto de incertidumbre, identifica sus características clave y ofrece una taxonomía de las fuentes que la originan en el contexto de la innovación. A través de un análisis de revisión de literatura mixta se presenta una proposición de incertidumbre que integra la percepción, los procesos de cognición, las limitaciones cognitivas, la brecha de información o conocimiento, la calidad y su accesibilidad, así como la inferencia y la construcción de modelos subjetivos que dan sentido a las situaciones experimentadas. Además, los resultados aportan la identificación de cinco características clave y nueve fuentes de incertidumbre: 1) Política - económica, 2) Sociocultural – socioambiental, 3) Mercado, 4) Relaciones de cooperación, colaboración y coinnovación, 5) Técnico – tecnológico, 6) Capital financiero, 7) Capital intelectual humano, 8) Gobierno corporativo - Interdependencias operativas y 9) Comercial.

Palabras clave: innovación, incertidumbre, percepción, conocimiento.

INNOVATIVE ACTIVITY AND ITS SOURCES OF UNCERTAINTY: A COMPREHENSIVE TAXONOMY

Abstract: The only certainty in innovation is uncertainty. The prevalence of heterogeneous unknowns, the novelty, non-standard, complex, multivariable, and interdependent character make innovation a reasoned process under uncertainty. When the adverse effects of this process are described, it is often done by referring to the terms risk and uncertainty interchangeably, given the diffuse boundary between the two. However, this confusion can lead to making poor quality decisions by assuming that they are familiar with important variables that arise from the innovation when in fact they are not. Given this theoretical and empirical disparity and ambiguity detected, this work develops an analysis of the concept of uncertainty, identifies its key characteristics and offers a taxonomy of the sources that originate it in the context of innovation. Through a mixed literature review analysis, an uncertainty proposition is presented that integrates perception, cognition processes, cognitive limitations, the information and/or knowledge gap, quality, and its accessibility, as well as inference and the construction of subjective models that give meaning to the situations experienced. In addition, the results provide the identification of five key characteristics and nine sources of uncertainty: 1) Political - Economic, 2) Sociocultural - Socioenvironmental, 3) Market, 4) Cooperation, collaboration, and co-innovation relations, 5) Technical - Technological, 6) Financial Capital, 7) Human intellectual capital, 8) Corporate governance - Operational interdependencies and 9) Commercial.

keywords: innovation, uncertainty, perception, knowledge.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la innovación ha cobrado gran notoriedad en el ámbito empresarial al ser un componente crucial para el éxito y la sostenibilidad (Goyal & Pitt, 2007), que permite enfrentar entornos turbulentos e inestables, crear ventajas competitivas y generar rentabilidad (Rajan et al., 2020; Walcher & Wohrl, 2018). Sin embargo, ser innovador es un gran reto (Moreira, 2021) y aún sigue siendo un esfuerzo que dista de su total comprensión y que solo un grupo selecto de empresas logra dominar (Harris, 2003). Esto se debe a que no es una ciencia exacta, ni un proceso que siga un procedimiento estándar (Nightingale, 2018). De ahí que llevar ideas novedosas a su comercialización sea un proceso desafiante e incierto que supone tomar decisiones bajo diferentes niveles de riesgo e incertidumbre (Nightingale, 2018; Schaufeld, 2015; Sengupta, 2014).

La incertidumbre como constate en los proyectos de innovación y el interés por gestionarla, en un contexto actual caracterizado por uno de los episodios más fuertes de incertidumbre a nivel mundial causado por el SARS-COV-2, ha intensificado su investigación en los últimos años (Chawla et al., 2012; Martinsuo et al., 2014; Petrakis, 2020). Esto se refleja en la base de datos *Web of Science* (Figura 1) donde se observa que más del 50 % de las investigaciones se han efectuado durante los últimos 7 años. Sin embargo, estas investigaciones revelan un escrutinio poco profundo y limitado consenso sobre la noción “incertidumbre” y sus fuentes (McKelvie et al., 2011). Si bien su constructo y la forma en la que las empresas la experimentan e interpretan ha evolucionado, aún genera debate (Chawla et al., 2012; Rapp & Olbrich, 2020; Schmidt-Thomé, 2013). Esta disparidad y ambigüedad teórica y empírica se debe a la tendencia a usar los términos “riesgo” e “incertidumbre” indistintamente (Emblemsvåg, 2016; Fanousse et al., 2021; Walker et al., 2017), ya que el límite entre ambos conceptos es borroso (Huff et al., 2017; Simangunsong et al., 2012).

A la fecha, su estudio ha sido subestimado (Firoozye & Ariff, 2016) y su constructo aún involucra una infinidad de incertidumbre *per se* (Fanousse et al., 2021) y sigue sin ser concluyente respecto a su conceptualización y comprensión en el ámbito organizacional (Hodgkinson et al., 2017; Martinsuo et al., 2014). Particularmente, existe un limitado escrutinio sobre las diferentes fuentes de incertidumbre de la innovación y deficiencias en el estudio de sus cadenas de causa y efecto, su frecuencia y manejo bajo diferentes contextos, países e industrias (Böhle, 2011; Böhle & Bürgermeister, 2012; Heimstädt & Reischauer, 2018; Hyvärinen et al., 2020; Petrakis, 2020; Song et al., 2007). Ante esta brecha de conocimiento, al contraste de posturas respecto al término y al papel fundamental de la innovación, este trabajo responde a la pregunta ¿Cómo se describe la incertidumbre desde el punto de la innovación y cuáles son sus principales fuentes? Para dar respuesta, se lleva a cabo un análisis de literatura mixto para describir el concepto de incertidumbre (Figura 4) y sus principales fuentes (Tabla 1) en la innovación. Primero se examinan los métodos utilizados (Sección 2), posteriormente (Sección 3), se presentan los resultados y, finalmente (Sección 4), se concluye sobre los hallazgos y se plantean futuras vías de investigación.

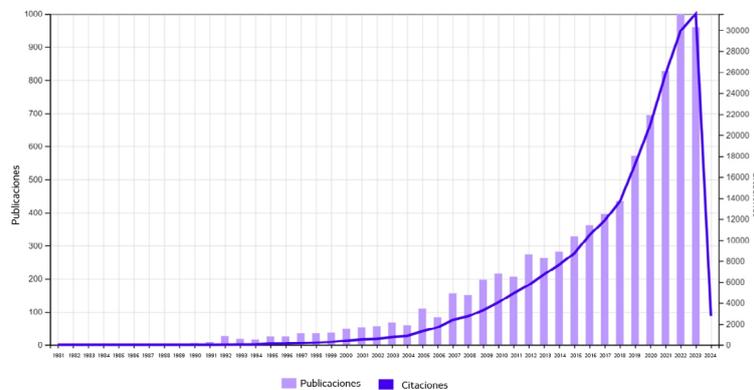


Figura 1. Reporte de publicaciones y citas de la búsqueda; Topic: “uncertain*” and “innovation*” 1981 – 2023.

Fuente: Reporte de citas Web of Science.

2. METODOLOGÍA

Se usó la técnica de revisión de literatura mixta ilustrada en la Figura 2. Esta elección permitió combinar las fortalezas de la técnica cualitativa y cuantitativa para sintetizar el conocimiento y producir evidencia (D’Souza & Wong, 2019) sobre la incertidumbre y sus fuentes en el contexto de la innovación. A continuación, se describen las etapas que conforman la investigación.

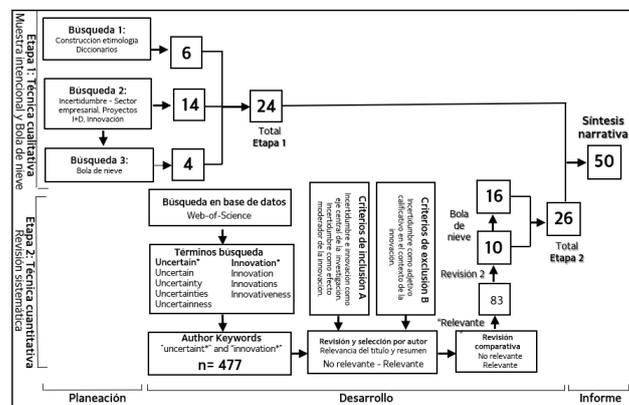


Figura 2. Estrategia de investigación: técnica de revisión de literatura mixta.

2.1 Etapa 1. Técnica cualitativa

El contenido inicial se seleccionó mediante un muestreo intencional para tener un primer acercamiento, familiarizarse con el tema, una visión más matizada (D'Souza & Wong, 2019) y la oportunidad de identificar premisas, similitudes, antecedentes, lagunas y suposiciones del conocimiento actual (Barry et al., 2022). Primero, se consultaron seis (6) referencias en los diccionarios *Cambridge*, *Merriam-Webster*, *Oxford Learner's* y *Real Academia Española* para identificar la construcción, etimología y el significado coloquial de "incertidumbre" (Cambridge Dictionary, s.f.; Merriam-Webster Dictionary, s.f.; Oxford Learner's Dictionaries, s.f.; Real Academia Española, s.f.a, s.f.b, s.f.c). Posteriormente, se buscaron los términos incertidumbre, organización e innovación en *Springer Link*, *Science Direct* y *Emerald* y se seleccionaron 14 artículos. A partir de esta muestra se agregaron 4 artículos citados como clave (técnica bola de nieve) (Palinkas et al., 2015). No obstante, esta técnica, al no ser exhaustiva, proporciona una menor diversidad y posibles errores de muestreo (D'Souza & Wong, 2019), por lo que se optó por una búsqueda adicional.

2.2 Etapa 2. Técnica cuantitativa

En esta etapa se llevó a cabo una búsqueda sistemática (Tranfield et al., 2003) con el objetivo de enriquecer la diversidad y heterogeneidad del cuerpo de conocimiento (D'Souza & Wong, 2019) y para reducir la posibilidad de excluir referencias relevantes (Ankrah & AL-Tabbaa, 2015). La etapa 1 sirvió de fase de planeación, al detectar previamente a la incertidumbre como uno de los principales problemas en la gestión de la innovación (Miozzo & DiVito, 2020; Song et al., 2007). Después, durante la fase de desarrollo, se identificó como palabras clave "uncertainty" (incertidumbre) e "innovation" (innovación) y se llevó a cabo la búsqueda en *Web of Science* al ser un motor de investigación que cuenta con un proceso editorial independiente y exhaustivo que garantiza la calidad de las revistas. De ahí, se hicieron pruebas piloto hasta llegar a la cadena de búsqueda más apropiada. Primero, se incluyeron las palabras claves y el campo *Title: uncertainty and innovation* (266 resultados). Luego, se probó *Topic: "uncertain*" and "innovation*"* (8,403). Sin embargo, tras la lectura de los primeros 15 resúmenes más relevantes y consultar el texto completo, se detectó que, si bien esta búsqueda era más amplia, también, era más heterogénea y dificultaba identificar las investigaciones que abordaban la incertidumbre como eje central. Se probó también *Title: uncertainty and innovation OR Author Keywords: uncertainty and innovation* (619), no obstante, esta búsqueda excluía las palabras clave en plural. Ello llevó a utilizar los términos "uncertain*" e "innovation*". Finalmente, se ejecutó la búsqueda bajo el campo y los términos *Author Keywords: "uncertain*" and "innovation*"* (477).

La calidad de las fuentes se aseguró mediante el análisis exhaustivo de resúmenes por ambos autores y con criterios de inclusión. Los trabajos centrados en incertidumbre e innovación, así como aquellos que abordaban la incertidumbre como moderadora, se etiquetaron como "Relevante". Se excluyeron textos que trataban la incertidumbre de manera descriptiva o adjetiva ("No relevante"). Tras la comparación de resultados, se aceptaron solo los títulos en los que ambos autores coincidieron en "Relevante" (83); se eliminaron títulos no disponibles y actas de congresos (12). Tras una revisión profunda, se seleccionaron 10 artículos que fortalecían las premisas identificadas. Posteriormente, se utilizó la estrategia de bola de nieve para profundizar y complementar ideas relevantes (16) (Palinkas et al., 2015). La extracción de datos implicó la lectura de los textos completos (Tranfield et al., 2003), para el análisis de datos se usó el *software Atlas ti.22* y codificación *In Vivo*, la cual es apropiada para capturar y preservar los significados (Saldaña, 2013). Finalmente, se procedió a realizar la estadística descriptiva para concluir con una síntesis narrativa que plasma los hallazgos finales del trabajo (Tranfield et al., 2003).

En el ámbito de la innovación, la Teoría del Procesamiento de la Información Organizacional de Jay R. Galbraith (1974) proporciona una conceptualización ampliamente aceptada. Se refiere a la brecha de información entre lo disponible y lo necesario para una innovación, sugiriendo que la incertidumbre puede reducirse aumentando el conocimiento. La variabilidad del grado de incertidumbre se relaciona con los tipos de innovación. La innovación incremental se basa en conocimientos preexistentes, mientras que la radical o disruptiva requiere nuevos conocimientos, siendo más incierta. Rapp & Olbrich (2020) exponen que más allá del problema de la incertidumbre, el enfoque debería estar orientado a los problemas de conocimiento organizacional, ya que con frecuencia se es consciente de lo que se sabe y lo que no se sabe (Tracey & Hutchinson, 2016). Así que, cuando se conoce lo que se sabe, se puede explotar el conocimiento durante el proceso de innovación y al conocer lo que no se sabe, se es consciente de lo que se necesita saber y cómo buscarlo, por lo tanto, es factible solucionar las incógnitas. Mientras que, si prevalece el estado de no conocer lo que se sabe, la situación es más compleja, pero aún más crítica ante el desconocimiento de lo que no se sabe; aquí el grado de incertidumbre es mayor porque la falta de conocimiento no permite anticipar que es importante saber en el futuro (Bolisani & Bratianu, 2017).

Desde otro enfoque, el grado de conocimiento no explica por sí solo la incertidumbre, puesto que la percepción es inherente al individuo y es crucial para darle sentido a un evento (De Vasconcelos Gomes et al., 2018). No obstante, cómo se interpreta el entorno puede variar entre individuos, dado que intervienen los estilos y estructuras cognitivas, la inteligencia, la motivación, la emoción y el estrés que cada individuo expresa frente a la incertidumbre (Weiss & Wittmann, 2018). Por ello, esta percepción puede cambiar en el tiempo gracias al aprendizaje, sin embargo, una percepción de falsa confianza puede llevar a tomar decisiones con deficiente calidad al creer conocer variables que en realidad no se conocen y al pensar que se está tomando una decisión en condiciones de riesgo, en lugar de una decisión en condiciones de incertidumbre (Huff et al., 2017). Otra perspectiva relaciona la incertidumbre con la cognición. Al respecto, Herbert Simon expone en la Teoría de la racionalidad limitada que los individuos están limitados cognitivamente, lo que afecta su comprensión y proceso de toma de decisiones (Simon, 1991). En esencia, para darle sentido a un evento y tomar acción, ocurre un proceso imperfectamente racional, es decir, un proceso cognitivo desde la racionalidad limitada del individuo, el cual involucra información o conocimiento, procesamiento y la comprensión de la situación para construir un modelo subjetivo (Augier, 2018; Isler, 2021; Jansen van Vuuren, 2017; Marwala & Hurwitz, 2017; Tsaoussi, 2019). Dicho proceso cognitivo se compone de filtros selectivos de atención, modos de pensamiento, memoria, formación de conceptos y categorías mediante comparaciones, inferencia, comprensión, razonamiento, juicios de plausibilidad, pensamiento crítico, toma de decisiones, metacognición, planeación, estrategias y heurísticas (Fallesen & Halpin, 2004).

Otra posición que ha abordado el estudio de la incertidumbre es desde la probabilidad. Dentro de esta corriente de cuantificación, la teoría y métodos más destacados son la teoría de la decisión (Savage, 1972), los conjuntos borrosos y de las probabilidades, los conjuntos difusos, la aproximación bayesiana y las técnicas de aprendizaje de conjuntos (Abdar et al., 2021; Lane & Maxfield, 2005; Richter & Weber, 2013). Ante esto, Arend (2020) considera como una ironía tener certeza sobre cómo combatir la incertidumbre en una situación de absoluta incertidumbre. Asimismo, Emblemståg (2016) considera que la incertidumbre es una noción demasiado amplia para la teoría de la probabilidad, considerando que esta ignora por completo la complejidad implícita en la incertidumbre. El autor retoma el ejemplo del lanzamiento de un dado equilibrado donde entra en juego la probabilidad para mostrar que no hay nada de incierto, ni complejo porque se tiene certeza de todas las opciones y los posibles resultados de antemano, así que no por el hecho de no poder indicar el resultado exacto antes de lanzar el dado, significa que el resultado es incierto. Siguiendo esta línea, la incertidumbre

ha sido considerada como inconmensurable (Fanousse et al., 2021), puesto que la distribución de resultados en sí es incierta. Bajo esta óptica, probabilizar el éxito o fracaso de una innovación es inviable (Haleem et al., 2021b; Marinho et al., 2017).

Ante el panorama presentado, este análisis toma elementos de Knight (1921), Galbraith (1974), Milliken (1987) y Simon (1991), para caracterizar de la siguiente manera a la incertidumbre en los procesos de innovación: durante la innovación, la percepción de inseguridad ante una situación genera incertidumbre. Esta percepción se ve influenciada por estilos cognitivos, inteligencia, motivación y factores situacionales como emoción y estrés. Tras percibir la incertidumbre, se procesa cognitivamente el conocimiento parcial, evaluando su calidad y la información necesaria. Se construye un modelo subjetivo que da sentido a la situación, considerando la racionalidad limitada del individuo. La Figura 4 ilustra la construcción de la incertidumbre en la actividad innovadora.

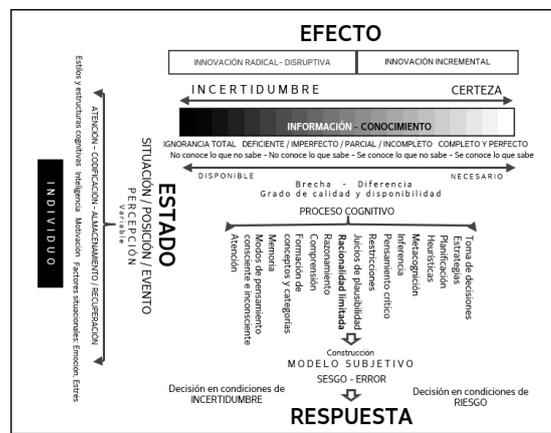


Figura 4. La incertidumbre en la actividad innovadora.

Fuente: Elaboración propia con información de (Fallesen & Halpin, 2004; Galbraith, 1974; Knight, 1921; Simon, 1991; Weiss & Wittmann, 2018; Milliken, 1987).

Además, se identificó cinco características de la incertidumbre relevantes en el ámbito de la innovación. Primero, la incertidumbre puede tener tanto resultados positivos (oportunidad) como negativos (amenaza) (Böhle, 2011; Parida et al., 2017; Simangunsong et al., 2012). Segundo, tiene dos esquemas de propagación, una proveniente de fuentes internas (información, conocimiento, comportamientos, declaraciones, decisiones empresariales, etc.) y otra de fuentes externas (proveedores, clientes, innovadores complementarios, etc.). Tercero, puede ser individual o colectiva. Individualmente, afecta a un solo actor y solo depende de sí mismo (empresa). Colectivamente, intervienen las percepciones de un grupo de actores que pueden tomar acciones descoordinadas, generar retrasos, pérdida de recursos o abandono prematuro del desarrollo innovador. Cuarto, la cantidad y frecuencia de incertidumbre no es constante porque depende de la naturaleza perceptiva de los miembros involucrados (De Vasconcelos Gomes et al., 2018). Cinco, una fuente de incertidumbre, puede ejercer influencia en otras fuentes. Esto se observa en el trabajo de Hyvärinen et al. (2020) durante las primeras etapas de la innovación, el entorno social ejerció influencia en la aceptación local de la solución, lo que contribuyó a generar incertidumbres comerciales respecto a la viabilidad y en las relaciones de cooperación. Otro ejemplo se muestra en la investigación de Hall et al. (2011) donde la incertidumbre de mercado creó incertidumbre en las alianzas y las incertidumbres sociales funcionaron como impulso en la adopción de nuevas innovaciones, reduciendo así las incertidumbres tecnológicas y comerciales.

3.2 Identificando las fuentes de incertidumbre en el proceso innovador

La presencia de incertidumbre en la innovación ocurre desde el momento en que se busca convertir una idea de negocio novedosa hasta que la innovación se vuelve un negocio factible (De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Hyvärinen et al., 2020). Dicho proceso se describe desde tres enfoques en la literatura revisada. Primero, se relaciona con el gasto en Investigación y Desarrollo (I + D) realizado en cada país (Xin & Xin, 2022). Segundo, se define como la suma de las actividades de I + D y su transformación en patentes (Chen et al., 2022; Han & Kang, 2020). Tercero, se caracteriza como un conjunto de actividades donde I + D y la comercialización son las actividades clave para el desarrollo de nuevos productos, servicios, tecnologías, estructuras organizacionales y sistemas administrativos, etc. (Fanousse et al., 2021; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Hall et al., 2011; Hyvärinen et al., 2020; Li et al., 2021). A partir de esas concepciones, las actividades de innovación adoptadas en este trabajo comprenden: 1) la investigación y desarrollo que engloba los gastos de I + D, la ideación y conceptualización, el desarrollo formal de la tecnología y las pruebas de prototipos (Chen et al., 2022; Fixson et al., 2017; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Hall et al., 2011; Han & Kang, 2020; Hyvärinen et al., 2020; Li et al., 2021; Xin & Xin, 2022) y 2) la comercialización que comprende el desarrollo de negocios, sus modelos, ventas, etc. (Chen et al., 2022; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Hall et al., 2011; Hyvärinen et al., 2020). A continuación, se presenta una propuesta taxonómica integral de las fuentes de incertidumbre internas y externas ligadas a estas actividades de innovación (Figura 5).

3.2.1 Fuente de incertidumbre: política - económica

La esfera económica y política causan incertidumbre en los procesos de innovación dada la asimetría de la información externa y sus posibles efectos negativos colaterales. Sin embargo, cabe aclarar que la influencia de esta fuente es significativamente diferente para cada sector empresarial, por lo que es posible ser reorientada hacia la oportunidad (Chen et al., 2022; Li et al., 2021).

Política: un aspecto que inyecta incertidumbre a la innovación es el cambio de funcionarios locales y federales (Li et al., 2021), así como las acciones gubernamentales que emprenden como las modificaciones a la legislación, normas, regulaciones (Xin & Xin, 2022) y los cambios en los fondos para el desarrollo de tecnología e innovación (Haleem et al., 2021b; Marinho et al., 2017; Martinsuo et al., 2014). Estas perturbaciones exógenas amenazan, restringen o inhiben el entusiasmo, el comportamiento innovador y su potencial, especialmente en empresas con limitaciones financieras (Li et al., 2021; Xin & Xin, 2022) impactando en el presupuesto asignado para la inversión en I + D y en la transformación de patentes (Chen et al., 2022).

Económica: la implementación de políticas fiscales y monetarias promueve el desarrollo económico ante la presencia de una crisis o recesión económica, pero esto también conlleva cambios que evocan peligro, ambigüedad e impredecibilidad (Chen et al., 2022). Dichos cambios se reflejan a través de las variaciones en el comportamiento del ciclo económico y en las divisas (Haleem et al., 2021b; Martinsuo et al., 2014). En este caso, la inestabilidad “percibida” por las empresas en su ambiente externo se acentúa y provoca incertidumbre (Fanousse et al., 2021).

La incertidumbre se desencadena ante la inestabilidad financiera, el impacto en los mercados de valores, las restricciones de liquidez, el aumento en la volatilidad del precio de las materias primas (Li et al., 2021), las fluctuaciones en las ventas e ingresos y posibles crisis económicas (Chen et al., 2022). Esta situación orilla a las empresas a tener comportamientos más cautelosos sobre las inversiones orientadas a I + D (Xin & Xin, 2022).

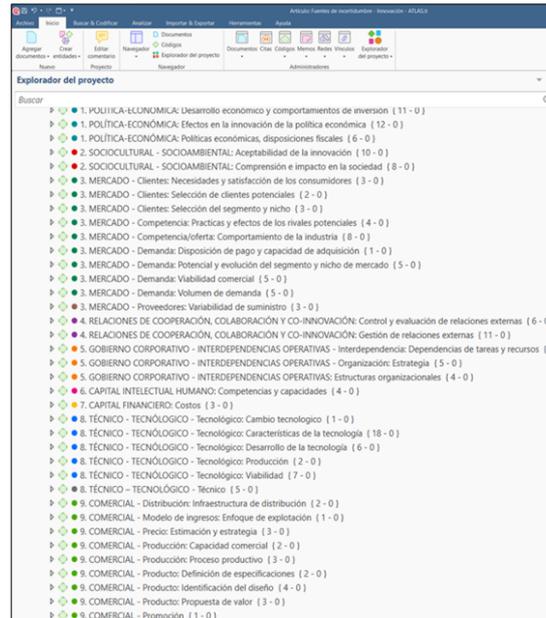


Figura 5. Codificación In Vivo.

Fuente: Creado desde ATLAS.ti 22

3.2.2 Fuente de incertidumbre: Sociocultural - Socioambiental

Frecuentemente, esta fuente no se aborda con la misma importancia que otras, no obstante, sus impactos son significativos. Dicha fuente se gesta de forma externa y está impulsada por una combinación de factores y actores como grupos de oposición, activistas sociales, comunidades locales y ambientalistas (Hall et al., 2011).

Sociocultural: emana de la falta de certeza sobre la aceptación y apoyo social de la innovación ante los posibles conflictos que pudieran obstaculizar su implementación (Carrillo & Gaimon, 2002; Hyvärinen et al., 2020) debido a cuestiones religiosas, sistemas de valores, experiencias, formación cultural y tendencias socioculturales (Marinho et al., 2017). Un caso que lo ilustra, se muestra en el proceso de innovación del agua en Kenia presentado por Hyvärinen et al. (2020), donde el entorno social infligió la mayoría de las incertidumbres a causa de la falta de comprensión del entorno, prácticas y tradiciones locales durante la ideación, conceptualización y diseño inicial. Asimismo, la incompreensión de los hábitos y usos sociales, la adecuación al entorno y las capacidades locales generó incertidumbre sobre la aceptabilidad de la solución en el desarrollo de productos. Mientras que la aceptación en términos de tiempos y procesos de aprobación en la sociedad tuvo injerencia durante la comercialización.

Socioambiental: la incertidumbre se gesta a partir del cuestionamiento si la innovación proporciona beneficios a la sociedad o, por el contrario, genera impactos ambientales negativos, uso de tierras marginales, expansión de áreas protegidas, condiciones dañinas para la salud, condiciones de trabajo deficientes y exclusión social. Tal como lo evidenciaron Hall et al. (2011) en los casos presentados sobre el desarrollo de biocombustibles, donde estas situaciones desafiaron la legitimidad de la innovación en las fases del desarrollo de la tecnología. No obstante, también se evidenció que esta fuente de incertidumbre puede minimizar la incertidumbre tecnológica y comercial, ya que una innovación que ofrece mejores soluciones, pero que aún no está totalmente madura, puede representar una ventaja al incrementar las posibilidades de aceptación.

3.2.3 Fuente de incertidumbre: mercado

Esta fuente se considera como una de las principales causas de incertidumbre en proyectos de innovación (Fanousse et al., 2021; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Han & Kang, 2020), particularmente en entornos inciertos y hostiles (Han & Kang, 2020). Lo anterior, se debe a la imprevisibilidad externa e impacto en los desarrollos (Haleem et al., 2021b) derivado de la demanda cambiante de los bienes o servicios adquiridos por los consumidores, compradores, usuarios o clientes y de los movimientos de la competencia y su influencia en la industria (Han & Kang, 2020). Además, se relaciona íntimamente con el desconocimiento, inexactitud e ignorancia de cómo aprender de un mercado que aún no existe (De Vasconcelos Gomes et al., 2021; Hyvärinen et al., 2020) o del que se tiene poca claridad para seleccionar el segmento adecuado (Haleem et al., 2021b; O'Connor & Rice, 2013). El punto focal de esta fuente tiene que ver con la viabilidad y éxito comercial; saber si valdrán la pena los esfuerzos por innovar (O'Connor & Rice, 2013), si se venderá la innovación (Fanousse et al., 2021), y si se obtendrá el beneficio económico proyectado, la evolución del mercado y la dificultad de estimar con exactitud el impacto comercial de una innovación cuando se está en etapas tempranas (Fanousse et al., 2021; Zhao, 2021).

Competencia e industria: la incertidumbre puede surgir de las acciones imprevistas de diferentes actores de la industria bajo el que opera una empresa (Marinho et al., 2017; Martinsuo et al., 2014). Particularmente, puede provenir de la introducción de cambios tecnológicos inesperados por parte de otras empresas de la misma industria (Han & Kang, 2020). También proviene de la falta de información y fricciones comerciales (Fanousse et al., 2021; Hall et al., 2011; Hyvärinen et al., 2020), así como de la volatilidad de los precios, las ventas e ingresos de la industria (Chen et al., 2022). Otro detonante es la falta de seguridad sobre la capacidad de los proveedores para suministrar la materia prima principal y la variabilidad del suministro para la comercialización de la innovación (Hyvärinen et al., 2020) o ante la falta de confianza entre los miembros de la cadena de suministro y las dificultades para gestionar sus relaciones (Han & Kang, 2020).

Clientes y demanda: los clientes representan otra dimensión de esta fuente, ya que la falta de comprensión sobre sus necesidades y deseos (Haleem et al., 2021b; O'Connor & Rice, 2013) ejerce influencia en la elección sobre qué innovar y cómo comercializar esas innovaciones (Marinho et al., 2017). La incertidumbre aquí surge durante el proceso de idealización, conceptualización y diseño del modelo de comercialización al intentar seleccionar y captar a los clientes potenciales e identificar sus necesidades y si estas coinciden con las características de la innovación desarrollada (De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Hyvärinen et al., 2020). También, se relaciona con las dudas que se generan sobre si los clientes comprenden la utilidad, los beneficios y la percepción de la innovación respecto a otros productos ofrecidos por la competencia (Haleem et al., 2021b; O'Connor & Rice, 2013). Igualmente, emana del desconocimiento de la aceptación y satisfacción de los consumidores y del cumplimiento sobre si las innovaciones cumplirán con sus necesidades. Otros factores que afectan son las decisiones sobre la selección del segmento y el nicho a enfocarse (Fanousse et al., 2021; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Haleem et al., 2021b; Martinsuo et al., 2014), la actitud o disposición del cliente a pagar por la solución y su capacidad de adquisición (Hyvärinen et al., 2020). Altos niveles de incertidumbre intervienen en la capacidad para pronosticar y medir el potencial e impacto de la innovación, estimar el volumen de la demanda o incluso si habrá o no demanda (Fanousse et al., 2021; Hyvärinen et al., 2020).

3.2.4 Fuente de incertidumbre: relaciones de cooperación, colaboración y coinnovación

Las empresas forman alianzas para crear conocimiento, tecnologías novedosas e innovaciones, no obstante, esto se acompaña de complicaciones, dificultades relacionales y desafíos de coordinación (Han &

Kang, 2020). Por ello, la gestión de estas relaciones se reconoce como una fuente más de incertidumbre que proviene del exterior (Fanousse et al., 2021) debido a las limitaciones sobre el control y la previsión de los posibles conflictos entre las partes interesadas y la falta de claridad sobre cómo gestionarlas (Haleem et al., 2021b; O'Connor & Rice, 2013). Dichos conflictos se originan ante la disparidad en el grado de interés, compromiso, participación, suposiciones no alineadas y la comprensión parcial de los requisitos y procedimientos entre las partes interesadas (Haleem et al., 2021b). A lo anterior, se le suman las diferencias estructurales entre las organizaciones, los límites difusos de responsabilidad, los roles en la cadena de valor, la falta de certeza y desconocimiento sobre cómo evaluar los criterios de selección, las competencias necesarias de los aliados, el control de las relaciones y la gestión de las expectativas. Finalmente, la posible pérdida de agilidad bajo la sociedad, las necesidades divergentes entre los integrantes de la alianza, la fiabilidad y las posibles reacciones frente a los cambios, incertidumbres y fracasos son parte de las anomalías que ponen en peligro los resultados del proyecto (De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Hyvärinen et al., 2020).

3.2.5 Fuente de incertidumbre: gobierno corporativo - interdependencias operativas

Gobierno corporativo: la situación interna de una empresa provoca incertidumbre en la innovación ante la ausencia de un enfoque de gobierno claro, vacíos y complejidades institucionales, resistencia organizacional, falta de procesos y estructuras formales. Aparte, la incongruencia en el enfoque estratégico, la falta de capacidades generales de la empresa para manejar los contratiempos y la transición hacia la comercialización en paralelo a la operación diaria (Fanousse et al., 2021; Haleem et al., 2021b; Hyvärinen et al., 2020; Martinsuo et al., 2014; O'Connor & Rice, 2013).

Interdependencias operativas: una innovación es como un sistema con múltiples elementos interconectados, por lo que un mayor número de interconexiones y grado de complejidad representa una mayor dificultad para coordinar su proceso (Fixson et al., 2017). Estas interdependencias varían de acuerdo a la industria, entre productos y diseños e involucran una amplia variedad de actividades, tareas, procesos, personas, conocimiento, información, recursos y componentes (Fanousse et al., 2021; Fixson et al., 2017). En consecuencia, la incertidumbre se origina por la imprevisibilidad en los cambios y desviaciones que alteran la sincronía entre dichos elementos. Asimismo, la falta de conocimiento y la disputa por integrarlos aumentan la probabilidad de establecer procesos equivocados y propagar la incertidumbre (Fanousse et al., 2021; Martinsuo et al., 2014).

3.2.6 Fuente de incertidumbre: capital intelectual humano

La limitada certeza sobre el acceso y disponibilidad adecuado del capital intelectual humano cualificado y experimentado, la detección y acceso de competencias y habilidades necesarias para las actividades de innovación y la capacidad para crear conocimiento interno o cómo adquirirlo son la base medular de esta fuente (Haleem et al., 2021b; O'Connor & Rice, 2013). Simultáneamente, las fricciones en las relaciones entre los integrantes del equipo de trabajo agregan complejidad (Marinho et al., 2017; O'Connor & Rice, 2013). Esta situación se debe en parte a las implicaciones psicológicas que están intrínsecamente ligadas sobre cómo las personas perciben, entienden y toman decisiones influenciadas por cuestiones religiosas, políticas, valores, experiencias, formación cultural, diferencias regionales y sobre la base de la información de la cual disponen. Estos factores producen incertidumbre en las relaciones sociales y humanas, dado que no es fácil predecir el comportamiento de las personas (Haleem et al., 2021b; Marinho et al., 2017).

3.2.7 Fuente de incertidumbre: capital financiero

Primero, la incertidumbre financiera (Fanousse et al., 2021) se origina a partir de las problemáticas para estimar con exactitud los recursos financieros necesarios para completar el proceso de innovación. Segundo, se extiende sobre el grado de certeza respecto a la estabilidad financiera, indispensable para dar continuidad a los proyectos, así como al acceso a fuentes de financiamiento (agencias gubernamentales, asociaciones e inversionistas) dado que su retorno es difícil estimar (Carrillo & Gaimon, 2002; Haleem et al., 2021b; O'Connor & Rice, 2013). Así que, la selección, atracción y reclutamiento de inversionistas son elecciones claves que generan dudas, particularmente cuando hay escasos actores clave interesados (Hyvärinen et al., 2020). Tercero, se relaciona con las dudas sobre los mecanismos necesarios para involucrar a los inversionistas y los tipos de inversiones más adecuadas, igual que la identificación de los alicientes para que sigan invirtiendo (De Vasconcelos Gomes et al., 2018).

3.2.8 Fuente de incertidumbre: técnico – tecnológico

La innovación involucra con frecuencia el desarrollo de tecnología, la cual es cada vez más intensiva en conocimiento, por lo que brinda la posibilidad de desarrollar una amplia gama de técnicas. Sin embargo, está sujeta a las competencias particulares de los individuos, de la empresa, de la asimetría del conocimiento y la racionalidad limitada de su comprensión, por ello, representan una fuente de incertidumbre (Kaplinsky, 2019).

Técnico: a nivel proyecto, nace en la fase inicial ante la imposibilidad de determinar el objetivo y el alcance de forma precisa, por la falta de comprensión y certeza sobre las especificaciones, requerimientos, herramientas, habilidades y posibles imprevistos técnicos. Especialmente, la innovación radical puede generar altos niveles de incertidumbre a los probables errores, defectos, falsas suposiciones y resultados imprevistos (Fanousse et al., 2021; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Haleem et al., 2021a; Hyvärinen et al., 2020). Frecuentemente, dichos proyectos requieren de procesos diferentes, lo que sugiere la necesidad de infraestructura especializada, altos costos de transacción e inexperiencia en su manejo (Hall et al., 2011). De ahí que, los cambios no planeados de procedimientos, recursos y sus dificultades de gestión, generan crisis e incertidumbre ante el posible retraso y reprogramación parcial o completo del cronograma de trabajo (Haleem et al., 2021a; Martinsuo et al., 2014), el cual de por sí es difícil de estimar (O'Connor & Rice, 2013).

Tecnológico: la incertidumbre de origen tecnológico es inherente a la investigación y el desarrollo. Primero, porque durante las primeras fases se dispone de menos conocimiento (Hall et al., 2011), existe un alto grado de probabilidad de fracaso y las inversiones corren riesgo (Fixson et al., 2017; Hall et al., 2011). Segundo, porque la elección sobre la tecnología a desarrollar debe ser factible tecnológicamente, basado en la experiencia y competencias científicas y tecnológicas de la empresa, además, su alcance, dominio, aplicabilidad y riesgo de obsolescencia, siempre son preocupaciones latentes (Fixson et al., 2017). Tercera, las decisiones involucradas con la elección de las características, requerimientos, opciones, configuraciones tecnológicas y niveles de calidad siempre están presentes durante la ideación, conceptualización y desarrollo de productos y negocios (Fanousse et al., 2021; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Hyvärinen et al., 2020). Además, existe la imposibilidad de verificar y evaluar a gran escala el funcionamiento de las tecnologías empleadas, los componentes individuales y el sistema en su conjunto (Fixson et al., 2017). Adicionalmente, la situación se agrava frente a las dudas sobre los niveles tecnológicos, la madurez y la confiabilidad necesaria para la comercialización y si tendrá éxito la novedad tecnológica (Fanousse et al., 2021). Finalmente, la compatibilidad tecnológica, la simplicidad de uso, la sustituibilidad, el ciclo de vida (Hyvärinen et al., 2020), la integración de innovaciones complementarias a la innovación principal y la evolución tecnológica, agregan elementos de incertidumbre (De Vasconcelos Gomes et al., 2018).

3.2.9 Fuente de incertidumbre: comercial

Las inseguridades sobre la selección del enfoque de explotación genera cuestionamientos sobre ¿cómo capturar y obtener valor?, ¿en qué oportunidades comerciales concentrarse?, y ¿cuál es el mejor esquema para comercializar la tecnología (licenciar o producir, etc.)? Así mismo, la falta de certidumbre sobre si la propuesta de valor, el atractivo del producto, la estimación del valor comercial y la estrategia de precios es apropiada (Fanousse et al., 2021; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Hyvärinen et al., 2020). Finalmente, la distribución da lugar a dilemas respecto a cómo llevar al mercado, cuál es la mejor ubicación, el modelo de operación más adecuado y la infraestructura de distribución que puede soportar el modelo de negocio y el escalamiento, puesto que no hay precedentes (De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Hall et al., 2011; Hyvärinen et al., 2020). A continuación, se resume en la Tabla 1 la taxonomía anteriormente descrita en la actividad innovadora.

Tabla 1. Taxonomía de las fuentes de incertidumbre en la innovación

INNOVACIÓN	I+D - COMERCIALIZACIÓN	Fuente de incertidumbre	Autores	
		Externa:		
		Política - económica	Baker et al., 2016; Chen et al., 2022; Fanousse et al., 2021; Haleem et al., 2021b; Li et al., 2021; Marinho et al., 2017; Martinsuo et al., 2014; Xin & Xin, 2022.	
		Sociocultural - socioambiental	Carrillo & Gaimon, 2002; Hall et al., 2011; Hyvärinen et al., 2020; Marinho et al., 2017.	
		Mercado	Chen et al., 2022; Fanousse et al., 2021; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Haleem et al., 2021b; Hall et al., 2011; Han & Kang, 2020; Hyvärinen et al., 2020; Li et al., 2021; Marinho et al., 2017; Martinsuo et al., 2014; O'Connor & Rice, 2013; Zhao, 2021.	
		Relaciones de cooperación, colaboración y coinnovación	Fanousse et al., 2021; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Haleem et al., 2021b; Han & Kang, 2020; Hyvärinen et al., 2020; O'Connor & Rice, 2013.	
		Interna:		
		Gobierno corporativo - interdependencias operativas	Fanousse et al., 2021; Fixson et al., 2017; Haleem et al., 2021b; Hyvärinen et al., 2020; Martinsuo et al., 2014; O'Connor & Rice, 2013.	
		Capital intelectual humano	Haleem et al., 2021b; Marinho et al., 2017; O'Connor & Rice, 2013.	
		Capital financiero	Carrillo & Gaimon, 2002; Fanousse et al., 2021; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Haleem et al., 2021b; Hyvärinen et al., 2020; O'Connor & Rice, 2013.	
Técnico – tecnológico	Fanousse et al., 2021; Fixson et al., 2017; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Haleem et al., 2021; Hall et al., 2011; Hyvärinen et al., 2020; Kaplinsky, 2019; Martinsuo et al., 2014; O'Connor & Rice, 2013.			
Comercial	Fanousse et al., 2021; De Vasconcelos Gomes et al., 2018; Hall et al., 2011; Hyvärinen et al., 2020.			

4. DISCUSIÓN

El término incertidumbre a menudo se interpreta de manera ambigua y sus fuentes se analizan de forma independiente. Este trabajo identificó en la literatura al menos dos taxonomías que describen fuentes de incertidumbres en los proyectos de innovación. Primero, el marco TCOS (Tecnológica, Comercial, Organizacional y Social) propuesto por Hall & Martin (2005). En segundo lugar, las fuentes identificadas en la revisión sistemática efectuada por Fanousse et al. (2021): tecnológica, mercado, tarea, ambiental percibida, regulatoria/institucional, social percibida, colaboración, organizacional, decisión, financiera, operativa y ontológica. Sin em-

bargo, la crítica al primer marco se dirige a la descripción laxa de cada una de las fuentes, además, si bien se reconoce la complejidad y la ambigüedad que generan las partes interesadas en el desarrollo de innovación, no explica claramente su influencia en los cuatro componentes propuestos. Por otro parte, aunque la segunda clasificación es más minuciosa que la primera, únicamente describe a profundidad las tres fuentes de incertidumbre identificadas como las más citadas y descuida por completo el contenido de las otras fuentes. De modo que, si bien estos marcos son un punto de partida en la identificación de algunos elementos que generan dudas y falta de certeza en la innovación, estos marcos aún deben ser complementados y descritos con mayor profundidad las fuentes de incertidumbre.

5. CONCLUSIONES

Este documento ha propuesto un concepto y una taxonomía que captura un panorama integral sobre la incertidumbre en el contexto de la innovación. Podemos concluir, a partir de los datos, lo siguiente: 1) La única certeza en la actividad innovadora es la incertidumbre debido a la prevalencia de incógnitas heterogéneas, su carácter novedoso, no estándar, complejo, multivariable e interdependiente. 2) El límite entre la incertidumbre y el riesgo se percibe como difuso debido a que ambos comparten la connotación de “peligro”, no obstante, la situación de no saber con claridad (incertidumbre) precede y alimenta al riesgo. 3) La incertidumbre es un proceso que experimenta un individuo o un grupo de individuos durante las diferentes etapas de la innovación al percibir una situación como insegura respecto a sus efectos y cómo responder ante esta situación. Esta percepción se ve afectada por los diferentes estilos y estructuras cognitivas, inteligencia, motivación y factores situacionales. Posteriormente, este episodio se procesa cognitivamente en función de la racionalidad limitada y considerando los diferentes elementos que interactúan como la brecha de información o conocimiento a disposición respecto a la que se necesita (ausencia o parcialidad), su grado de calidad y disponibilidad. Finalmente, interviene la inferencia que da lugar a la construcción de un modelo subjetivo que le da sentido a la situación. 4) La incertidumbre se caracteriza porque tiene dos esquemas de propagación, las fuentes exógenas y endógenas. Por otro lado, una fuente de incertidumbre puede ejercer influencia en otras fuentes y se puede considerar como una amenaza, una oportunidad o incluso ambas. Esta situación puede afectar a un solo actor (empresa) o ser colectiva y la cantidad y frecuencia no es constante, ya que es de naturaleza perceptiva. 5) Las fuentes de incertidumbre que intervienen en la innovación pueden ser: política - económica, sociocultural – socioambiental, mercado, relaciones de cooperación, colaboración y coinnovación, técnico – tecnológico, capital financiero, capital intelectual humano, gobierno corporativo - interdependencias operativas y comercial. Este estudio cumple con el objetivo de trazado, sin embargo, es necesario considerar como una limitación importante su carácter no exhaustivo. Por otro lado, una brecha de conocimiento y una futura vía de investigación detectada es la influencia y los efectos tanto positivos como negativos que una fuente de incertidumbre puede ejercer en otras fuentes.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Liliana Ramírez Rodríguez: conceptualización, análisis formal y redacción del borrador original. Gibrán Rivera González: metodología, validación, redacción-revisión y edición. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

FINANCIACIÓN

Esta investigación no recibió financiación externa.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT) por la beca de estudios de doctorado otorgada a Liliana Ramírez Rodríguez. El autor Gibrán Rivera González agradece el apoyo otorgado por el Instituto Politécnico Nacional a través del Programa de Estímulos al Desempeño de Investigadores (EDI) y del proyecto SIP20240837, así como al SNII del (CONAHCYT) por el estímulo otorgado.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

6. REFERENCIAS

- Abdar, M., Pourpanah, F., Hussain, S., Rezazadegan, D., Liu, L., Ghavamzadeh, M., Fieguth, P., Cao, X., Khosravi, A., Acharya, U. R., Makarenkov, V., & Navahandi, S. (2021). A review of uncertainty quantification in deep learning: Techniques, applications and challenges. *Information Fusion*, 76, 243–297. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2021.05.008>
- Ankrah, S., & Al Tabbaa, O. (2015). Universities–industry collaboration: A systematic review. *Scandinavian Journal Of Management*, 31(3), 387–408. <https://doi.org/10.1016/j.scaman.2015.02.003>
- Arend, R. J. (2020). On the Irony of Being Certain on How to Deal with Uncertainty. *Academy of Management Review*, 45(4), 766–786. <https://doi.org/10.5465/amr.2019.0395>
- Augier, M. (2018). Bounded Rationality. In Augier, M., & Teece, D. J. (Eds.). *The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management* (pp. 118–122). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/978-1-137-00772-8_533
- Baker, S. R., Bloom, N., & Davis, S. J. (2016). Measuring economic policy uncertainty. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(4), 1593–1636. <https://doi.org/10.1093/qje/qjw024>
- Barry, E. S., Merkebu, J., & Varpio, L. (2022). State-of-the-art literature review methodology: A six-step approach for knowledge synthesis. *Perspectives on Medical Education*, 11(5), 281–288. <https://doi.org/10.1007/s40037-022-00725-9>
- Böhle, F. (2011). Management of Uncertainty – A Blind Spot in the Promotion of Innovations. In Jeschke, S., Isenhardt, I., Hees, F., & Trantow, S. (Eds.). *Enabling Innovation*. (pp. 17–29). Springer eBooks. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24503-9_2
- Böhle, F., & Bürgermeister, M. (2012). Innovation Management: Limits of Planning and New Challenges. In Böhle, F., Bürgermeister, M., & Porschen, S. *Innovation Management by Promoting the Informal* (pp. 1–229). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-28015-3>
- Bolisani, E., & Bratianu, C. (2017). Knowledge strategy planning: an integrated approach to manage uncertainty, turbulence, and dynamics. *Journal of Knowledge Management*, 21(2), 233–253. <https://doi.org/10.1108/JKM-02-2016-0071>
- Cambridge Dictionary. (s.f.). Uncertainty. In *Dictionary.Cambridge.org*. <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/uncertainty>
- Carrillo, J. E., & Gaimon, C. (2002). A framework for process change. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(4), 409–427. <https://doi.org/10.1109/TEM.2002.806712>
- Chawla, C., Mangaliso, M., Knipes, B., & Gauthier, J. (2012). Antecedents and implications of uncertainty in management: A historical perspective. *Journal of Management History*, 18(2), 200–218. <https://doi.org/10.1108/17511341211206852>
- Chen, J., Shu, W., Wang, X., Sial, M. S., Sehleanu, M., & Badulescu, D. (2022). The impact of environmental uncertainty on corporate innovation: Empirical evidence from an emerging economy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph19010334>
- De Vasconcelos Gomes, L. A., Facin, A. L. F., & Salerno, M. S. (2021). Managing uncertainty propagation in innovation ecosystems. *Technological Forecasting and Social Change*, 171(2021). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120945>
- De Vasconcelos Gomes, L. A., Salerno, M. S., Phaal, R., & Probert, D. (2018). How entrepreneurs manage collective uncertainties in innovation ecosystems. *Technological Forecasting and Social Change*, 128(2018), 164–185. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.016>
- D'Souza, N., & Wong, G. (2019). Reviewing Literature for and as Research. In Nestel, D., Dalrymple, K., Paige, J. T., & Aggarwal, R. (Eds.). *Advancing Surgical Education. Theory, Evidence and Practice* (pp. 377–388). https://doi.org/10.1007/978-981-13-3128-2_33
- Emblemsvåg, J. (2016). Risk and Uncertainty—Crucial Issues in Finance and Innovation. In *Reengineering Capitalism: From Industrial Revolution Towards Sustainable Development* (Issue 1995, pp. 1–307). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19689-3>
- Fallesen, J. J., & Halpin, S. M. (2004). Representing Cognition As an Intent-Driven Process. Ness, J. W., Tepe, V., & Ritzer, D. R. (Eds.) *The Science and Simulation of Human Performance (Advances in Human Performance and Cognitive Engineering Research, Vol. 5)*, 195–266. [https://doi.org/10.1016/S1479-3601\(04\)05004-0](https://doi.org/10.1016/S1479-3601(04)05004-0)
- Fanousse, R. I., Nakandala, D., & Lan, Y. C. (2021). Reducing uncertainties in innovation projects through intra-organisational collaboration: a systematic literature review. *International Journal of Managing Projects in Business*, 14(6), 1335–1358. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-11-2020-0347>

- Firoozye, N. B., & Ariff, F. (2016). Managing Uncertainty: A Modern Necessity. *Managing Uncertainty, Mitigating Risk*. Palgrave Macmillan, London, 35–54. https://doi.org/10.1057/9781137334541_3
- Fixson, S. K., Khachatryan, D., & Lee, W. (2017). Technological uncertainty and firm boundaries: The moderating effect of knowledge modularity. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 64(1), 16–28. <https://doi.org/10.1109/TEM.2016.2638847>
- Galbraith, J. R. (1974). Organization Design: An Information Processing View. *Interfaces* 4(3):28-36. <https://doi.org/10.1287/inte.4.3.28>
- Goyal, S., & Pitt, M. (2007). Determining the role of innovation management in facilities management. *Facilities*, 25(1–2), 48–60. <https://doi.org/10.1108/02632770710716939>
- Haleem, M., Farooqui, M. F., & Faisal, M. (2021a). Cognitive impact validation of requirement uncertainty in software project development. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, 2(2020), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2020.12.002>
- Haleem, M., Farooqui, M. F., & Faisal, M. (2021b). Tackling Requirements Uncertainty in Software Projects: A Cognitive Approach. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, 2(2021), 180–190. <https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2021.10.003>
- Hall, J. K., & Martin, M. J. C. (2005). Disruptive technologies, stakeholders and the innovation value-added chain: A framework for evaluating radical technology development. *R and D Management*, 35(3), 273–284. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2005.00389.x>
- Hall, J., Matos, S., Silvestre, B., & Martin, M. (2011). Managing technological and social uncertainties of innovation: The evolution of Brazilian energy and agriculture. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(7), 1147–1157. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.02.005>
- Han, J. Y., & Kang, R. (2020). Market uncertainty, innovation of firms in alliance and alliance partner characteristics. *European Journal of Innovation Management*, 24(5), 1883–1905. <https://doi.org/10.1108/EJIM-05-2020-0195>
- Harris, C. (2003). The Unique Nature of Innovation. *Building Innovative Teams*. Palgrave Macmillan, London, 9–19. https://doi.org/10.1057/9780230001145_2
- Heimstädt, M., & Reischauer, G. (2018). Open (ing up) for the future: Practising open strategy and open innovation to cope with uncertainty. In Krämer, H., & Wenzel, M. (Eds.). *How Organizations Manage the Future: Theoretical Perspectives and Empirical Insights*. Palgrave Macmillan, Cham, 113–131. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74506-0_6
- Huff, A. S., Milliken, F. J., Hodgkinson, G. P., Galavan, R. J., & Sund, K. J. (2017). A Conversation About Uncertainty in Managerial and Organizational Cognition. In Taneja, S. (Ed.). *Academy of Management Proceedings*. 2017(1). <https://doi.org/10.5465/ambpp.2017.15642symposium>
- Hodgkinson, G. P., Huff, A. S., Milliken, F. J., & Sund, K. J. (2017). A Conversation About Uncertainty in Managerial and Organizational Cognition. In Taneja, S. (Ed.). *Academy of Management Proceedings*. 2017(1), 15642. <https://doi.org/10.5465/ambpp.2017.15642symposium>
- Hyvärinen, A., Keskinen, M., & Levänen, J. (2020). Innovation process and uncertainties in resource-constrained environments: A case from the water service sector in East Africa. *Environmental Science & Policy*, 114, 242–252. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.07.007>
- Isler, O. (2021). Bounded Rationality. In Shackelford, T. K., & Weekes-Shackelford, V. A. (Eds.). *Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science* (pp. 705–707). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19650-3_2156
- Jansen van Vuuren, D. (2017). Valuation paradigm: a rationality and (un)certainly spectrum. *Journal of Property Investment and Finance*, 35(2), 228–239. <https://doi.org/10.1108/JPIF-09-2016-0075>
- Kaplinsky, R. (2019). Technology and Innovation for Sustainable Development. In Nissanke, M., & Ocampo, J. A. (Eds.). *The Palgrave Handbook of Development Economics: Critical Reflections on Globalisation and Development* (pp. 589–626). https://doi.org/10.1007/978-3-030-14000-7_17
- Knight, F. (1921). *Risk, Uncertainty, and Profit*. Hart, Schaffner, and Marx. Houghton Mifflin. <https://oll.libertyfund.org/title/knight-risk-uncertainty-and-profit>
- Lane, D. A., & Maxfield, R. R. (2005). Ontological uncertainty and innovation. *Journal of Evolutionary Economics*, 15(1), 3–50. <https://doi.org/10.1007/s00191-004-0227-7>
- Li, X., Hu, Z., & Zhang, Q. (2021). Environmental regulation, economic policy uncertainty, and green technology innovation. In Araujo, O. (Ed.). *Clean Technologies and Environmental Policy. Focusing on Technology Research, Innovation, Demonstration, Insights and Policy Issues for Sustainable Technologies*, 23(10), 2975–2988. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02219-4>
- Marinho, M., Sampaio, S., & Moura, H. (2017). Managing uncertainty in software projects. *Innovations in Systems and Software Engineering*, 14(3), 157–181. <https://doi.org/10.1007/s11334-017-0297-y>
- Martinsuo, M., Korhonen, T., & Laine, T. (2014). Identifying, framing and managing uncertainties in project portfolios. *International Journal of Project Management*, 32(5), 732–746. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.01.014>

- Marwala, T., & Hurwitz, E. (2017). Bounded Rationality. In Marwala, T., & Hurwitz, E. (Ed.). *Artificial Intelligence and Economic Theory: Skynet in the Market* (pp. 41–50). https://doi.org/10.1007/978-3-319-66104-9_4
- McKelvie, A., Haynie, J. M., & Gustavsson, V. (2011). Unpacking the uncertainty construct: Implications for entrepreneurial action. *Journal of Business Venturing*, 26(3), 273–292. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2009.10.004>
- Merriam-Webster Dictionary. (s.f.). Uncertainty. In *Merriam-webster.com*. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/uncertainty>
- Milliken, F. J. (1987). Three Types of Perceived Uncertainty About the Environment: State, Effect, and Response Uncertainty. *Academy of Management Review*, 12(1), 133–143. <https://doi.org/10.5465/amr.1987.4306502>
- Miozzo, M., & DiVito, L. (2020). Productive opportunities, uncertainty, and science-based firm emergence. *Small Business Economics*, 54(2), 539–560. <https://doi.org/10.1007/s1187-018-0033-5>
- Moreira, A. C. (2021). Introduction to the Special Section: Innovation. *Cuadernos de Gestión*, 21(2), 79–82. <https://doi.org/10.5295/cdg.211470ac>
- Nightingale, P. (2018). Innovation. In Augier, M., & Teece, D. J. (Eds.). *The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management*. Palgrave Macmillan, London. (pp. 734–745). <https://doi.org/10.4337/9781781002407.00024>
- O'Connor, G. C., & Rice, M. P. (2013). A comprehensive model of uncertainty associated with radical innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 30(SUPPL 1), 2–18. <https://doi.org/10.1111/jpim.12060>
- Oxford Learner's Dictionaries. (s.f.). Uncertainty. In *Oxfordlearnersdictionaries.com*. https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/american_english/uncertainty
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful Sampling for Qualitative Data Collection and Analysis in Mixed Method Implementation Research. In Bickman, L. (Ed.). *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42(5), 533–544. <https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y>
- Parida, V., Patel, P. C., Frishammar, J., & Wincent, J. (2017). Managing the front-end phase of process innovation under conditions of high uncertainty. In Woo, H. (Ed.). *Quality and Quantity, International Journal of Methodology*, 51(5), 1983–2000. <https://doi.org/10.1007/s1135-016-0376-4>
- Petrakis, P. E. (2020). *Theoretical Approaches to Economic Growth and Development. An Interdisciplinary Perspective*. Palgrave Macmillan, Cham, 153–172. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-50068-9>
- Rajan, R., Dhir, S., & Sushil. (2020). Technology management for innovation in organizations: an argumentation-based modified TISM approach. *Benchmarking: An International Journal*, 28(6), 1959–1986. <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2020-0019>
- Rapp, D. J., & Olbrich, M. (2020). On entrepreneurial decision logics under conditions of uncertainty: an attempt to advance the current debate. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13731-020-00131-7>
- Real Academia Española (s.f.a). Certidumbre. En *dle.rae.es*. <https://dle.rae.es/certidumbre?m=form>
- Real Academia Española (s.f.b). In. En *dle.rae.es*. <https://dle.rae.es/in-?m=form>
- Real Academia Española (s.f.c). Incertidumbre. En *dle.rae.es*. <https://dle.rae.es/incertidumbre>
- Richter, M. M., & Weber, R. O. (2013). Uncertainty. *Case-Based Reasoning. A text book*. (pp. 339–355). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-40167-1>
- Saldaña, J. (2013). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. In SAGE Publications Ltd
- Savage, L. J. (1972). *The foundations of statistics*. Dover Publications, Inc.
- Schaufeld, J. (2015). The Commercialization Model. *Commercializing Innovation. Turning Technology Breakthroughs into Products*. 17–30. https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6353-1_2
- Schmidt-Thomé, P. (2013). Urban environments and natural hazards. In Bobrowsky, P. T. (Ed.). *Encyclopedia of Natural Hazards*, 1063–1065. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_45
- Sengupta, J. (2014). Managing Innovation. In *Theory of Innovation: A New Paradigm of Growth*. Springer, Cham (Vol. 9783319021, pp. 1–154). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-02183-6>
- Simangunsong, E., Hendry, L. C., & Stevenson, M. (2012). Supply-chain uncertainty: A review and theoretical foundation for future research. *International Journal of Production Research*, 50(16), 4493–4523. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.613864>

- Simon, H. A. (1991). Bounded Rationality and Organizational Learning. *Organization Science*, 2(1), 125–134. <https://doi.org/10.1287/orsc.2.1.125>
- Song, Y. Il, Lee, D. H., Lee, Y. G., & Chung, Y. C. (2007). Managing uncertainty and ambiguity in frontier R&D projects: A Korean case study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 24(3), 231–250. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2007.05.001>
- Tracey, M. W., & Hutchinson, A. (2016). Uncertainty, reflection, and designer identity development. *Design Studies*, 42, 86–109. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.10.004>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Tsaoussi, A. (2019). Bounded Rationality. In Marciano, M., & Battista R., G. (Eds.). *Encyclopedia of Law and Economics* (pp. 147–151). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7753-2_106
- Walcher, F., & Wohrl, U. (2018). Measuring Innovation Performance. In Friedl, G., Kayser, H. (eds) *Valuing Corporate Innovation. Strategies, Tools, and Best Practice From the Energy and Technology Sector*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64864-4_4
- Walker, D. H. T., Davis, P. R., & Stevenson, A. (2017). Coping with uncertainty and ambiguity through team collaboration in infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, 35(2), 180–190. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.11.001>
- Weiss, M., & Wittmann, C. (2018). Objective environmental conditions and perceived environmental uncertainty: Cognitive models as explanation for a perceptual gap. *Journal of Accounting and Organizational Change*, 14(1), 33–60. <https://doi.org/10.1108/JAOC-11-2016-0079>
- Xin, D., & Xin, L. (2022). The impact of economic policy uncertainty on PM2.5 pollution—evidence from 25 countries. In Garrigues, P. (Ed.). *Environmental Science and Pollution Research*, 29, pp. 38126–38142. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18599-z>
- Zhao, J. (2021). Knowledge management capability and technology uncertainty: driving factors of dual innovation. *Technology Analysis and Strategic Management*, 33(7), 783–796. <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1841896>