

Pedro Pablo Prieto Monzón, Wendy Dominguez Oliva,
Miguel Abelardo Ancajima Holguín, Jassayra Araliz Chulle Chapilliquen,
José Leandro Bebeto Romario Jiménez Tananta

Navegando la transformación

Gestión de la innovación tecnológica para el
sector naviero y portuario



Religación
Press

Pedro Pablo Prieto Monzón, Wendy Dominguez Oliva,
Miguel Abelardo Ancajima Holguín, Jassayra Araliz Chulle Chapilliquen,
José Leandro Beбето Romario Jiménez Tananta

Navegando la transformación
*Gestión de la innovación tecnológica para el
sector naviero y portuario*

Religación Press
[Ideas desde el Sur Global]

*Navigating the transformation.
Management of technological innovation for the shipping and port
sector*

*Navegando a transformação.
Gestão da inovação tecnológica para o setor naval e portuário*

Religación Press

[Ideas desde el Sur Global]

Equipo Editorial

Editorial team

Ana B. Benalcázar

Editora Jefe / Editor in Chief

Felipe Carrión

Director de Comunicación / Scientific Communication Director

Melissa Díaz

Coordinadora Editorial / Editorial Coordinator

Sarahi Licango Rojas

Asistente Editorial / Editorial Assistant

Consejo Editorial

Editorial Board

Jean-Arsène Yao

Dilrabo Keldiyorovna Bakhronova

Fabiana Parra

Mateus Gamba Torres

Siti Mistima Maat

Nikoleta Zampaki

Silvina Sosa

Victor Ancajima Miñán

.....

Religación Press, es parte del fondo editorial del Centro de Investigaciones CICSHAL-RELIGACIÓN | Religación Press, is part of the editorial collection of the CICSHAL-RELIGACIÓN Research Center |

Diseño, diagramación y portada | Design, layout and cover: Religación Press.

CP 170515, Quito, Ecuador. América del Sur.

Correo electrónico | E-mail: press@religacion.com

www.religacion.com

Disponible para su descarga gratuita en | Available for free download at

<https://press.religacion.com>

Este título se publica bajo una licencia de Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

This title is published under an Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.



El presente libro tienen el aval del Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades desde América Latina - CICSHAL.



Título: Navegando la transformación. Gestión de la innovación tecnológica para el sector naviero y portuario

Derechos de autor | Copyright: Pedro Pablo Prieto Monzón, Wendy Domínguez Oliva, Miguel Abelardo Ancajima Holguín, Jassayra Aralíz Chulle Chapilliquén, José Leandro Beбето Romarío Jiménez Tananta

Primera Edición | First Edition: 2026

Editorial | Publisher: Religación Press

Materia Dewey | Dewey Subject: 620 - Ingeniería y operaciones afines

Clasificación Thema | Thema Subject Categories: KNG - Industrias del transporte | TGB - Ingeniería mecánica | KJD - Innovación empresarial

BISAC: TEC009160

Público objetivo | Target audience: Profesional / Académico | Professional / Academic

Colección | Collection: Ingeniería

Soporte | Format: PDF / Digital

Publicación | Publication date: 2026-05-29

ISBN: 978-9942-594-60-0

Nota obra derivada: El libro retoma y amplía, mediante el trabajo colaborativo de un grupo de investigadores, los hallazgos y aportes presentados en la tesis original: "Modelo de gestión de la innovación tecnológica para empresas del sector naviero y portuario" presentada ante la Universidad Nacional de Piura (Perú) por Pedro Pablo Prieto Monzón en 2022.

Note: The book takes up and expands, through the collaborative work of a group of researchers, the findings and contributions presented in the original dissertation: "Modelo de gestión de la innovación tecnológica para empresas del sector naviero y portuario" presented to the Universidad Nacional de Piura (Peru) by Pedro Pablo Prieto Monzón in 2022.

[APA 7]

Prieto Monzón, P. P., Dominguez Oliva, W., Ancajima Holguín, M. A., Chulle Chapilliquen, J. A., & Jiménez Tananta, J. L. B. R. (2025). *Navegando la transformación. Gestión de la innovación tecnológica para el sector naviero y portuario*. Religación Press. <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.429>

Revisión por pares

El presente libro constituye el resultado de un riguroso proceso de investigación académica, cuya calidad metodológica y solidez argumental han sido validadas mediante un sistema de revisión por pares externos implementado bajo el protocolo de doble ciego, bajo la supervisión del Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades desde América Latina (CICSHAL). Como garantía de transparencia y rigor científico, los informes de evaluación realizados por los especialistas designados se conservan en el archivo institucional de la editorial, a disposición de las instancias que así lo requieran.

Peer Review

This book is the result of a rigorous academic research process, whose methodological quality and argumentative solidity have been validated through an external peer-review system implemented under a double-blind protocol, under the supervision of the Center for Research in Sciences and Humanities from Latin America (CICSHAL). As a guarantee of transparency and scientific rigor, the evaluation reports prepared by the designated specialists are preserved in the publisher's institutional archives, available to any party that may require them.

Sobre los autores

ABOUT THE
AUTHORS

Pedro Pablo Prieto Monzón

Universidad César Vallejo | Piura | Perú
<https://orcid.org/0000-0002-1019-983X>
pprietom@ucvvirtual.edu.pe
pedropprietom@gmail.com

Ingeniero de Sistemas, Maestría con mención en Tecnologías de Información y Comunicaciones, Maestría en Docencia Universitaria y Doctorado en Tecnologías de Información y Comunicaciones. Docente de pregrado y posgrado de la Universidad César Vallejo.

Wendy Dominguez Oliva

Universidad Tecnológica del Perú | Piura | Perú
<https://orcid.org/0000-0003-0330-0095>
C20045@utp.edu.pe
Wendydominguez20@hotmail.com

Ingeniera de Sistemas, Doctora en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y Magister en Ingeniería de Sistemas y en Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial. Cuenta con más de 15 años de experiencia en docencia universitaria, investigación y desarrollo de tecnologías de información. Actualmente se desempeña como docente universitaria, desarrolladora de contenido académico y profesional en innovación tecnológica y finanzas.

Miguel Abelardo Ancajima Holguín

Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú
<https://orcid.org/0009-0000-3121-1474>
mancajima@equicom.pe
miguel.ancajima@gmail.com

Ingeniero de Sistemas, Maestría con mención en Tecnologías de Información y Comunicaciones, candidato a Doctor en Tecnologías de Información y Comunicaciones por la Universidad Nacional de Piura. Especialista en sistemas de comunicaciones y gestión de tecnologías de información y soluciones tecnológicas corporativas. CEO de la empresa CORPORACIÓN EQUICOM S.A.C.

Jassayra Araliz Chulle Chapilliquen

Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú

<https://orcid.org/0009-0003-1363-1207>

jchullec@unp.edu.pe

jchullec@outlook.com

Ingeniera Electrónica y telecomunicaciones, con estudios en Transformación Digital. Con un Doctorado en Tecnologías de la Información y comunicaciones.

José Leandro Beбето Romario Jiménez Tananta

Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú

<https://orcid.org/0009-0006-6781-0376>

46472497@Posgrado.Unp.Edu.Pe

jose.jimeneztt@gmail.com

Maestro en Administración con mención en Gerencia Empresarial, con diplomado en Gerencia de Proyectos. Doctorando en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

Resumen

En un mundo donde el comercio marítimo exige eficiencia, resiliencia y transformación digital, este libro ofrece una hoja de ruta para las empresas del sector naviero y portuario del Perú. A partir de un análisis profundo de las limitaciones tecnológicas agudizadas por la pandemia, se propone un modelo de gestión de la innovación tecnológica que integra procesos, etapas y herramientas de vanguardia como blockchain, inteligencia artificial e internet de las cosas. La obra guía al lector desde la identificación de oportunidades hasta la implementación de puertos inteligentes, capaces de operar con mínima intervención humana, optimizar la cadena logística y agregar valor sostenible. Dirigido a directivos, académicos y profesionales del sector, este libro es una brújula para navegar la revolución digital y fortalecer la competitividad marítima en el escenario post-pandemia.

Palabras clave: Innovación tecnológica, puertos inteligentes, transformación digital, cadena logística, competitividad marítima

Abstract

In a world where maritime trade demands efficiency, resilience, and digital transformation, this book offers a roadmap for companies in the shipping and port sector of Peru. Based on an in-depth analysis of technological limitations exacerbated by the pandemic, it proposes a technological innovation management model that integrates processes, stages, and cutting-edge tools such as blockchain, artificial intelligence, and the Internet of Things. The work guides the reader from opportunity identification to the implementation of smart ports, capable of operating with minimal human intervention, optimizing the logistics chain, and adding sustainable value. Aimed at managers, academics, and sector professionals, this book serves as a compass to navigate the digital revolution and strengthen maritime competitiveness in the post-pandemic scenario.

Keywords:

Technological innovation, smart ports, digital transformation, logistics chain, maritime competitiveness.

Resumo

Num mundo onde o comércio marítimo exige eficiência, resiliência e transformação digital, este livro oferece um roteiro para as empresas do setor naval e portuário do Peru. A partir de uma análise aprofundada das limitações tecnológicas agravadas pela pandemia, propõe-se um modelo de gestão da inovação tecnológica que integra processos, etapas e ferramentas de vanguarda, como blockchain, inteligência artificial e internet das coisas. A obra guia o leitor desde a identificação de oportunidades até a implementação de portos inteligentes, capazes de operar com mínima intervenção humana, otimizar a cadeia logística e agregar valor sustentável. Destinado a gestores, acadêmicos e profissionais do setor, este livro é uma bússola para navegar na revolução digital e fortalecer a competitividade marítima no cenário pós-pandemia.

Palavras-chave:

Inovação tecnológica, portos inteligentes, transformação digital, cadeia logística, competitividade marítima.

Navegando la transformación

Gestión de la innovación tecnológica para el sector naviero y portuario

CONTENIDO

Revisión por pares	7
Peer Review	7
Sobre los autores	8
About the authors	8
Resumen	10
Abstract	10
Resumo	11
Introducción	17

Capítulo 1

La urgencia de la transformación tecnológica en el sector naviero y portuario 20

Componentes y horizontes de un modelo de gestión de la innovación	29
Del diagnóstico a la acción. Integrando procesos, etapas y tecnologías	34

Capítulo 2

Los cimientos del cambio. Fundamentos y perspectivas en la gestión de la innovación 39

Lecciones desde el sur y el norte. Estudios pioneros sobre transporte, innovación y desarrollo portuario	41
De la teoría a la práctica. Tecnología, ciencia e innovación en las organizaciones modernas	52
Tipos de innovación y su importancia estratégica para la competitividad	54
Modelos de gestión de la innovación. Un recorrido por las generaciones de la teoría	57
Herramientas, técnicas y métodos en la gestión de la innovación tecnológica	65
Hacia la cuarta revolución. Tecnología e innovación en el sector naviero y portuario	67
Puertos inteligentes e innovación tecnológica. Automatización y sostenibilidad	73

Capítulo 3

El entramado metodológico como eje de la construcción científica en el sector portuario 76

Instrumentos de inmersión en la dinámica operativa. Entrevistas espontáneas, observación sistemática y estudio de casos múltiples	81
Criterios de delimitación y selección estratégica de fuentes e informantes	86

Capítulo 4

El puzle de la innovación: epistemología aplicada al puerto 93

Articulación operativa del modelo y rutas de implementación	101
La Innovación Tecnológica como Sistema	103
Desarrollo de la estrategia de innovación tecnológica	104
Proceso de la Innovación Tecnológica	105
Resultados Esperados: Beneficios de la Innovación Tecnológica	106
Descripción del modelo	106
Fase I: preparación y documentación	107
Fase II: integración: servicios, procesos y actividades	108
Fase III: desarrollar la estrategia de innovación tecnológica	108
Fase IV: proceso de la innovación tecnológica	109
Fase VI: monitorización, evaluación y control	110
Fase VII: resultados esperados: beneficios de la innovación tecnológica	113
Estrategias de aplicación del Modelo	114

Capítulo 5

El modelo y el juicio de expertos 120

Validación de los componentes del modelo mediante escala Likert	121
Desarrollar la Estrategia de Innovación Tecnológica	123
Un modelo teórico-explicativo basado en casos portuarios y navieros	126
Conclusiones	130
Recomendaciones	132

Referencias

134

FIGURAS

Figura 1. Modelo de Empuje Tecnológico	58
Figura 2. Modelo de tirón de demanda	58
Figura 3. Modelo departamental por etapas	59
Figura 4. Modelo de innovación interactivo	60
Figura 5. Modelo investigación tecnológica	61
Figura 6. Modelo investigación mixto	62
Figura 7. Modelo investigación tecnológica integrado	63
Figura 8. Modelo de Red	64
Figura 9. Modelo innovación London Business School	65
Figura 10. Modelo de Gestión de la Innovación Tecnológica	102
Figura 11. La Innovación Tecnológica como Sistema	103
Figura 12. Desarrollo de la Estrategia de Innovación Tecnológica	105
Figura 13. Proceso de la Innovación Tecnológica	105

TABLAS

Tabla 1. Calificación: "Escala Likert" 122

Tabla 2. Evaluación y Calificación del Modelo 123

Introducción

Muchos conceptos y tratamientos le dan a la palabra tecnología, desde el punto de vista de la relación y el efecto que tiene en el ejercicio cotidiano, tanto del hombre, como de la sociedad en general. No obstante, esa primera aproximación solo se centró en la definición del término como tal; dejando de lado aspectos como su gestión en un ambiente organizacional.

El ejercicio de gestión de tecnología como disciplina aparece a finales de los años 70' y principios de los 80' y hasta la fecha continúa siendo una herramienta estratégica para el desarrollo de las actividades, tanto gerenciales como productivas, de las organizaciones que buscan en el mercado ser más competitivas.

Aunque en la literatura los diferentes autores referencian el tema de diversas formas, (gestión tecnológica, gestión de tecnología, gerencia de la tecnología, entre otras), se ha optado por hablar en términos de gestión de tecnología por considerar que permite una mejor comprensión, de cara a instaurarla como disciplina, que permita mejorar la realidad productiva de las organizaciones.

Con un modelo de gestión de la innovación tecnológica, se debe integrar la Sostenibilidad ambiental (Puertos electrónicos a puertos interconectados), Facilidad para el trabajo colaborativo, Capacidad de gestionar y administrar datos para modelos predictivos, Servicios justo a tiempo, IoT (sensores y otros dispositivos interconectados), Big data, Blockchain, Cloud Computing, Sistemas Autónomos, Impresión 3D, Desglobalización de cadena de suministros, Capacitación de alto nivel técnico, Facilidad para el transporte sincromodal, Algoritmos para la definición de transporte y rutas más óptimas, Condiciones viables para la

tecnología de transferencia con Motor Lineal, Sistemas de información en tiempo real. Pero ante esto surgen una serie de preguntas, tales como: ¿cómo hacerlo?, o ¿por dónde comenzar?, o ¿qué procesos y tecnología incorporar e integrar?, ¿qué mejoras o cambios e innovaciones realizaría, con el uso de la tecnología?, entre otras interrogantes.

Con estas innovaciones, basadas en una responsable gestión tecnológica, es posible encaminarse en la transformación digital y de infraestructura en los proveedores de servicio del buque y la carga, la ciberseguridad de los datos, el Intercambio de datos entre todos los integrantes en la cadena logística, las formalidades de oficinas de Gobierno de forma digital, controles seguridad, decisiones colaborativas para brindar servicio, justo a tiempo, corredores logísticos eficientes, almacenajes inteligentes y áreas logísticas de transformación. Con esta incorporación tecnológica, se permiten lograr la agregación de valor a la carga.

Por ello es que se desarrolla el proceso de investigación para obtener resultados que muestra en el capítulo IV y su correspondiente comprobación, análisis y discusión de resultados.

Capítulo

1

*La urgencia de la
transformación tecnológica en
el sector naviero y portuario*



La primera constatación en esta travesía intelectual ha sido la necesidad de identificar y formular con claridad la situación problemática que enfrenta el sector naviero y portuario, poniendo especial énfasis en su descripción detallada y en la construcción de preguntas que orienten la acción. Este proceso resulta fundamental porque toda investigación rigurosa requiere un punto de partida bien delimitado, capaz de guiar la estructura de las actividades y decisiones que se tomarán a lo largo del trabajo. Así, la definición precisa del problema permite alcanzar los objetivos propuestos y obtener resultados verificables en torno al modelo que se pretende diseñar, modelo que será posteriormente analizado e interpretado para corroborar o refutar las hipótesis planteadas (Arias, 2006). En el ámbito de los puertos y el transporte marítimo, esta claridad inicial es aún más relevante, dado el alto nivel de inversión, la complejidad logística y la multiplicidad de actores involucrados —desde operadores portuarios y navieras hasta autoridades aduaneras y empresas de tecnología.

Desde el comienzo del presente milenio, las relaciones internacionales han favorecido una cooperación sin precedentes entre naciones para facilitar el intercambio de bienes y servicios, y dentro de este entramado el sector naviero y portuario ocupa un lugar central. Este contexto ha impulsado un crecimiento constante de los volúmenes de tráfico marítimo a escala global, lo que a su vez ha generado una presión cada vez mayor sobre los terminales portuarios para que adopten procesos de transformación e innovación tecnológica. Dichos procesos no solo buscan mejorar la atención de servicios y operaciones, sino también lograr tarifas más competitivas y ofrecer valor agregado a los clientes, tanto empresas exportadoras como importadoras. Por ejemplo, puertos como el de Róterdam o Singapur han implementado sistemas de gestión de tráfico en tiempo real, gemelos digitales de sus infraestructuras y plataformas colaborativas basadas en la nube, reduciendo significativamente los tiempos de espera de los buques y optimizando el uso de los muelles.

En contraste, muchos puertos de América Latina, incluidos los peruanos, aún enfrentan rezagos importantes en la adopción de estas tecnologías, lo que limita su competitividad internacional.

En el caso específico del Perú, la dinamización de la economía a través de las importaciones y exportaciones ha encontrado en el sector portuario un aliado estratégico, aunque también un reflejo de sus vulnerabilidades. Datos recopilados por la Autoridad Portuaria Nacional, presentados en su Boletín Semestral de Estadísticas Portuarias, revelan que entre enero y junio de 2021 los terminales portuarios de uso público y privado movilizaron aproximadamente 54 millones de toneladas métricas, lo que representa un incremento del 20% en comparación con el mismo periodo del año 2020. Esta recuperación, parcialmente atribuible a la reactivación económica tras los primeros embates de la pandemia de COVID-19, constituye un indicador positivo para la economía peruana. No obstante, estos números también esconden profundas brechas de eficiencia y modernización. Por ejemplo, el puerto del Callao, el más importante del país, maneja alrededor del 80% del tráfico de contenedores, pero sus procesos de despacho aduanero y transferencia de carga aún dependen en gran medida de trámites documentales físicos y de la intervención humana, lo que genera cuellos de botella recurrentes.

Es importante subrayar que, durante la pandemia, los principales puertos peruanos lograron mantener señales alentadoras de reactivación sostenible en su desempeño, garantizando la continuidad de servicios y operaciones esenciales. Asimismo, los niveles de conectividad del transporte marítimo de línea se mantuvieron estables, lo que permitió que los flujos comerciales no colapsaran por completo. Sin embargo, esta estabilidad fue precaria, pues se sustentó en medidas de emergencia más que en una infraestructura tecnológica robusta. Un caso ilustrativo es el del puerto de Matarani, que, si bien logró mantener sus operaciones durante los meses más críticos, evidenció serias limitaciones en la digi-

talización de sus sistemas de gestión de carga, lo que provocó demoras en la entrega de minerales y productos agroindustriales. Investigaciones recientes publicadas en revistas indexadas como *Maritime Policy & Management* (Scopus) han señalado que los puertos que contaban con sistemas de información integrados y herramientas de automatización antes de la pandemia pudieron adaptarse más rápidamente a las restricciones sanitarias, mientras que aquellos con procesos manuales sufrieron caídas pronunciadas en su productividad.

En lo que respecta a los tipos de carga movilizada en los terminales portuarios de uso público y privado durante el primer semestre de 2021, se observa una composición diversa que refleja la estructura productiva del país. Los minerales a granel representaron la mayor proporción, con un 30,3% del total (16.367.297 toneladas métricas), seguidos de cerca por la carga en contenedores con un 26,4% (14.234.281 TM) y los graneles líquidos con un 25,7% (13.884.110 TM). La carga a granel sólido alcanzó el 12,3% (6.661.511 TM), la fraccionada el 4,9% (2.661.055 TM) y la rodante apenas el 0,4% (198.937 TM). Estas cifras evidencian no solo el dinamismo de las operaciones portuarias, sino también la dependencia del país de los recursos minerales y de la capacidad para mover contenedores de manera ágil. La concentración de la carga en contenedores demanda sistemas de información interoperables y grúas automatizadas, aspectos en los que los puertos peruanos aún presentan déficits considerables. En contraste, terminales como el de Cartagena (Colombia) o el de Santos (Brasil) han logrado avances notables en la implementación de ventanas únicas marítimas y en la automatización de sus patios de contenedores, reduciendo los tiempos de estadía de la carga en más de un 30%, según estudios publicados en el *Journal of Shipping and Trade* (WoS).

Como se desprende de este análisis, resulta indispensable una mayor y mejor inversión en infraestructura portuaria y en sistemas de interconexión entre los distintos terminales. No basta con ampliar mue-

lles o dragar canales; es igualmente crucial incorporar innovaciones tecnológicas que hagan más productiva la infraestructura existente. Esto solo puede lograrse mediante una gestión deliberada y sistemática de la innovación tecnológica, entendida como un conjunto de procesos, prácticas y estructuras organizativas que permiten a las empresas del sector identificar, adquirir, adaptar y difundir tecnologías de manera continua y alineada con su estrategia de negocio. Sin una gestión de este tipo, las inversiones en hardware y software tienden a ser subutilizadas o a quedar obsoletas rápidamente, como ha ocurrido en varios puertos latinoamericanos que adquirieron sistemas de reconocimiento óptico de matrículas de contenedores sin contar con protocolos de actualización y mantenimiento adecuados.

El comercio internacional, el transporte marítimo y las operaciones portuarias demostraron ser elementos clave durante la pandemia para la atención de productos e insumos esenciales. Gracias a ellos, los bienes médicos, alimentos y otros suministros críticos pudieron seguir circulando entre países, evitando desabastecimientos aún mayores. No obstante, la crisis sanitaria también afectó profundamente a estos sectores, tanto a nivel internacional como nacional. La lección aprendida es que urge llevar a cabo innovaciones orientadas a automatizar operaciones y minimizar la participación humana en tareas de alto riesgo o que requieran contacto físico. Por ejemplo, durante los picos de contagios, muchos puertos tuvieron que reducir su fuerza laboral por cuarentenas o contagios masivos, lo que paralizó temporalmente grúas, terminales de camiones y oficinas de despacho. Aquellos puertos que ya contaban con grúas operadas a distancia, sistemas de reconocimiento automático de contenedores y plataformas de intercambio electrónico de documentos (como el puerto de Hamburgo) sufrieron menos interrupciones.

A escala internacional, se establecieron numerosas medidas sanitarias y de restricción para controlar los arribos de buques y las opera-

ciones portuarias. Estas medidas, si bien necesarias, originaron efectos colaterales significativos: las navieras cancelaron viajes, se multiplicaron los problemas con el embarque y desembarque de la gente de mar, y las escalas portuarias, los movimientos de carga y las cadenas de suministro se vieron gravemente afectados. En este contexto, surgieron desafíos estructurales que antes se consideraban secundarios, como la necesidad de implementar planes de gestión de riesgos y de preparación de respuestas ante emergencias que afectan el transporte y la logística. También se hizo evidente la urgencia de hacer frente a los riesgos de ciberseguridad derivados de la digitalización acelerada, junto con la adopción de medidas destinadas a promover la sostenibilidad ambiental. Un ejemplo concreto es el incremento de ciberataques a sistemas portuarios durante 2020 y 2021, como el ataque al puerto de San Diego o al operador marítimo CMA CGM, que provocó la suspensión de servicios digitales durante días. Estos incidentes pusieron de manifiesto que la innovación tecnológica no puede limitarse a la automatización, sino que debe incluir capas robustas de seguridad informática y gobernanza de datos.

En el Perú, para garantizar la continuidad de las operaciones portuarias durante la emergencia sanitaria, se aprobaron dispositivos legales como el Decreto Legislativo N° 1492 y su Reglamento. Estas normas facilitaron las operaciones marítimas en escenarios de pandemia, asegurando el desarrollo de actividades vinculadas al ingreso y salida de mercancías, al transporte de carga y promoviendo la digitalización de la documentación procesada para las operaciones. Sin embargo, la sola existencia de marcos normativos no es suficiente si no va acompañada de capacidades tecnológicas reales en los terminales. Por ejemplo, la digitalización de la documentación exige que todos los actores (agentes de aduana, operadores logísticos, navieras, transportistas terrestres) utilicen plataformas compatibles y compartan datos en tiempo real, lo cual aún dista de ser una realidad generalizada en el país. Un caso exitoso

en la región es el de la Ventanilla Única Marítima de Panamá, que logró reducir los tiempos de despacho documental de días a horas, integrando a más de 40 entidades gubernamentales y privadas.

Frente a este escenario, los desafíos que debe enfrentar el sector naviero y portuario peruano son numerosos y urgentes. Entre ellos destacan los proyectos de modernización de los terminales, así como la necesidad de evaluar si las inversiones y obras planificadas responden efectivamente a las exigencias logísticas y a las nuevas cadenas de suministro que se están consolidando para épocas de confinamiento o pandemia. No se trata solo de construir nuevos muelles o adquirir grúas más grandes, sino de repensar la operación portuaria bajo un enfoque de resiliencia y flexibilidad tecnológica. Por ejemplo, el concepto de puerto inteligente (*smart port*) va más allá de la automatización: implica la integración de sensores, redes de comunicaciones de baja latencia, análisis predictivo y modelos de colaboración entre actores públicos y privados. El puerto de València ha sido pionero en la implementación de un gemelo digital que simula en tiempo real el flujo de contenedores, camiones y trenes, permitiendo anticipar cuellos de botella y reasignar recursos de manera dinámica. Este tipo de soluciones deberían ser estudiadas y adaptadas al contexto peruano.

En cuanto a las interconexiones portuarias, el Perú cuenta con una posición geográfica privilegiada que conecta los océanos Pacífico y Atlántico mediante una serie de vías terrestres y fluviales. El país posee 62 puertos, de los cuales 45 son marítimos, 11 fluviales y seis lacustres. Los puertos más importantes son el Callao, Paita y Matarani. Sin embargo, en estos terminales persisten problemas de carácter tecnológico que dificultan la realización de operaciones y servicios en épocas de pandemia con mínima presencia humana. Por ejemplo, la carga de graneles minerales en Matarani aún requiere de personal para operar las cintas transportadoras y realizar mediciones manuales, lo que expone a los tra-

bajadores a riesgos sanitarios y limita la posibilidad de operar con turnos reducidos. Para superar estas limitaciones, se hace necesario contar con innovaciones como los sistemas de transporte inteligentes (ITS), originalmente concebidos para el transporte urbano y carreteras, pero que pueden adaptarse al entorno portuario. Estos sistemas asocian tecnologías de comunicación, posicionamiento y control para operar infraestructuras, vehículos y carga de manera semiautónoma o totalmente remota.

Asimismo, el sector naviero y portuario peruano arrastra limitaciones estructurales, entre las que sobresale una significativa ineficiencia operativa derivada de sistemas de información desactualizados y excesivamente rígidos. Estos sistemas no permiten mejoras reales ni se adaptan con facilidad a los cambios en los volúmenes de tráfico o a las nuevas exigencias regulatorias. Por ello, los actores del sector demandan cadenas de suministro transparentes y una trazabilidad de principio a fin de cada producto o servicio. La tecnología blockchain se presenta como una opción real para eliminar actividades innecesarias en el proceso logístico y para identificar entidades y procesos que causan retrasos y gastos superfluos en la industria del transporte marítimo global. El blockchain permite prescindir de documentos impresos, acelera las operaciones logísticas, minimiza el riesgo de sanciones por parte de las aduanas y reduce la exposición a ciberataques al descentralizar la información y hacerla inmutable. De hecho, consorcios como TradeLens (desarrollado por Maersk e IBM) han demostrado que el uso de blockchain puede ahorrar cientos de millones de dólares al año a la industria marítima, además de ofrecer una plataforma digital para el intercambio de datos en tiempo real entre todos los participantes de la cadena. No obstante, la adopción de estas tecnologías en el Perú enfrenta barreras como la falta de estándares comunes, la desconfianza entre actores competidores y la ausencia de una política nacional de transformación digital portuaria.

El uso de tecnologías de la información conduce, entonces, a la implementación de sistemas inteligentes que configuran lo que se conoce como puertos inteligentes. Estos puertos gestionan la tecnología de manera coordinada y sostenida, aumentando la productividad, mejorando la seguridad y propiciando una operación logística eficiente, competitiva y respetuosa con el medioambiente. La solución a los problemas del sector naviero peruano pasa por adoptar este enfoque, teniendo en cuenta que hasta ahora no se ha producido una oportuna transformación digital y que no existe una estandarización del desarrollo tecnológico en los distintos puertos del país. Esta heterogeneidad obedece, según la información disponible, a la falta de una gestión adecuada de la innovación tecnológica en el sector. Por ejemplo, mientras el puerto del Callao ha implementado parcialmente sistemas de reconocimiento automático de contenedores y portales web para seguimiento de carga, puertos menores como Ilo o Salaverry todavía operan con métodos manuales y sistemas aislados, lo que fragmenta la cadena logística nacional.

Para avanzar hacia un modelo integrado, es imprescindible impulsar proyectos que permitan, en primer lugar, el intercambio de información marítima a través de una infraestructura digital común. Esto significa lograr la interconexión con el mundo marítimo en tiempo real, mediante un intercambio eficiente de datos entre buques, proveedores de servicios y compañías navieras. En segundo lugar, se requiere la digitalización y estandarización del transporte marítimo, basándose en el concepto de “cielo único” adaptado al ámbito marítimo, es decir, un espacio de datos compartido y regulado donde todas las partes puedan interactuar con reglas claras. En tercer lugar, es necesario implementar redes de simuladores para escenarios de peligro y operaciones de alto riesgo, que permitan capacitar al personal y ensayar protocolos sin exponer vidas humanas ni bienes materiales. Un ejemplo inspirador es el centro de simulación del puerto de Rotterdam, que replica condiciones

extremas de tormenta, colisiones o incendios a bordo, y ha mejorado notablemente la preparación de prácticos y capitanes.

Componentes y horizontes de un modelo de gestión de la innovación

Ante la evidente necesidad de innovaciones tecnológicas en el sector, se hace urgente desarrollar un modelo de gestión de innovaciones tecnológicas para las empresas navieras y portuarias del Perú. Dicho modelo debe permitirles incorporar tecnologías propias de los puertos inteligentes, integrando múltiples infraestructuras: físicas e informáticas, tecnologías de red como radio y LAN, tecnologías de posicionamiento, RFID, WLAN, sensores, repositorios de eventos, entre otros. No se trata de una simple lista de dispositivos, sino de una arquitectura sistémica donde cada componente interactúa con los demás para generar información oportuna y acciones automatizadas. Por ejemplo, un sensor de nivel de granel en una tolva puede enviar datos a un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) que, a su vez, activa una orden de reposición a un transportador autónomo. Este nivel de integración exige un modelo de gestión que defina responsabilidades, flujos de información, indicadores de desempeño y mecanismos de mejora continua.

Un modelo de gestión de la innovación tecnológica debe integrar, además, la sostenibilidad ambiental, entendida como la transición de puertos electrónicos a puertos interconectados y descarbonizados. Esto implica facilitar el trabajo colaborativo entre actores públicos y privados, desarrollar la capacidad de gestionar y administrar datos para modelos predictivos, ofrecer servicios justo a tiempo, desplegar el Internet de las cosas (sensores y otros dispositivos interconectados), y aprovechar tecnologías como Big Data, blockchain, computación en la nube, sistemas autónomos, impresión 3D, y la desglobalización controlada de

ciertas cadenas de suministro. También debe contemplar la capacitación de alto nivel técnico para los trabajadores portuarios, la facilitación del transporte sincromodal (combinación eficiente de modos marítimo, terrestre y ferroviario), algoritmos para la definición de rutas y medios de transporte más óptimos, condiciones viables para la tecnología de transferencia con motor lineal (aplicable a grúas y cintas transportadoras de alta velocidad), y sistemas de información en tiempo real que permitan la toma de decisiones descentralizada. Un caso de buenas prácticas en este sentido es el puerto de Busan (Corea del Sur), que ha implementado un centro de control integrado donde confluyen datos meteorológicos, de tráfico marítimo, de estado de los muelles y de flotas de camiones, utilizando inteligencia artificial para recomendar la asignación dinámica de atracaderos y la programación de operaciones con ventanas horarias precisas.

Con estas innovaciones, basadas en una gestión tecnológica responsable, es posible encaminar la transformación digital y de infraestructura de los proveedores de servicios del buque y la carga. Esto abarca desde la ciberseguridad de los datos hasta el intercambio de información entre todos los integrantes de la cadena logística, pasando por la digitalización de las formalidades ante oficinas gubernamentales, los controles de seguridad automatizados, las decisiones colaborativas para brindar servicios justo a tiempo, la creación de corredores logísticos eficientes, el desarrollo de almacenajes inteligentes y de áreas logísticas de transformación. La agregación de valor a la carga se logra precisamente cuando cada eslabón de la cadena opera con datos fiables y tiempos predecibles, lo que permite a los exportadores e importadores planificar mejor sus inventarios y reducir costos financieros. Por ejemplo, el uso de contratos inteligentes (*smart contracts*) sobre blockchain puede liberar automáticamente el pago al transportista una vez que un contenedor ha pasado por el escáner de salida del puerto, eliminando demoras por facturación manual y verificaciones bancarias.

En consecuencia, la propuesta central es que un modelo de gestión de innovación tecnológica integre el valor de la informática marítima para construir una industria más resiliente. Esto supone puertos que utilicen Internet de las Cosas, inteligencia artificial, blockchain y Big Data con la finalidad de consolidar servicios eficientes capaces de manejar mayores volúmenes de bienes sin incrementar proporcionalmente los tiempos de espera ni los costos operativos. La implementación de estas tecnologías se apoya en sistemas digitales de múltiples partes interesadas que respaldan las infraestructuras básicas: manejo de carga, gestión del tráfico marítimo y terrestre, manejo aduanero, mantenimiento de estándares de salud y seguridad, y monitoreo del desperdicio y del uso de energía. Un ámbito particularmente prometedor es el de los gemelos digitales portuarios, que permiten simular el impacto de distintas políticas operativas antes de implementarlas en el mundo real. El puerto de Shanghai, por ejemplo, utiliza un gemelo digital para ensayar cambios en la disposición de sus patios de contenedores, logrando mejoras del 15% en la eficiencia de movimiento de los stacks.

Dado el diagnóstico anterior, resulta pertinente formular con precisión el problema central que este libro aborda. Teniendo en cuenta las carencias y limitaciones de las empresas del sector naviero y portuario peruano, la pregunta de investigación principal es: ¿Cuáles son los procesos, etapas y tecnologías que deben integrar las empresas del sector naviero y portuario para el diseño de un modelo de gestión de la innovación tecnológica? Para responder a esta cuestión, se consideran como componentes del modelo los procesos, las etapas y la tecnología informática, buscando una forma de integrarlos que responda tanto a los procesos de transformación digital como a las exigencias impuestas por clientes cada vez más demandantes y por eventuales confinamientos debidos a pandemias. Esta pregunta se desglosa a su vez en seis interrogantes secundarias: ¿Cómo identificar los modelos de gestión de la innovación tecnológica que sean adaptables al sector naviero y portuario?; ¿Cuál es

el proceso específico de la gestión de la innovación tecnológica enfocado en este sector?; ¿Cómo se analizan y distinguen los componentes del modelo de gestión?; ¿Cómo se diseñan e integran dichos componentes?; ¿Cómo se definen estrategias de implementación del modelo?; y finalmente, ¿De qué forma se realiza la propuesta concreta del modelo para las empresas del sector? Cada una de estas preguntas guía capítulos posteriores, donde se desarrollan respuestas basadas en análisis de casos y fundamentos teóricos.

La justificación de este esfuerzo investigativo reside en el hecho indiscutible de que la ciencia y la tecnología están transformando el escenario económico mundial a una velocidad vertiginosa. Los cambios tecnológicos ocurren cada vez más rápido, y la capacidad de las actividades y operaciones económicas para absorberlos es determinante para su competitividad. Además, la facilidad con que se procesa y obtiene información está creando nuevos entornos de negocio y oportunidades que antes no existían. En este contexto, la gestión de la innovación tecnológica se erige como una fuente imprescindible de competitividad para el crecimiento de las empresas. El sector naviero y portuario no es ajeno a esta dinámica; por el contrario, requiere con urgencia un modelo que le permita gestionar la innovación como parte de su base económica. Este libro plantea un modelo de esa naturaleza, orientado a incorporar de forma rápida y eficaz la innovación en el sector. La idea es desarrollar un modelo que identifique y determine los procesos fundamentales directamente relacionados con la innovación tecnológica, ya que estos procesos involucran la transformación de oportunidades, proyectos e ideas en innovaciones que repercuten en un mejor posicionamiento de la empresa en el mercado.

Con un modelo de gestión de la innovación tecnológica (modelo de GIT) se pueden desarrollar herramientas para lograr procesos eficaces y eficientes, lo que a su vez permite trazar la senda de crecimiento

del sector naviero y portuario, mejorando la prestación de servicios. El solo hecho de integrar en un modelo los procesos y etapas relacionados con la innovación tecnológica, junto con las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicaciones), proporciona ventajas tangibles: mayor seguridad, eficiencia, consistencia en la manipulación de cargas, reducción de emisiones de carbono, disminución de costos laborales, menor frecuencia de eventualidades, mayor rentabilidad en las operaciones y servicios, así como visibilidad y transparencia en toda la cadena logística. Por ejemplo, el puerto de Los Ángeles, después de implementar un sistema de gestión de emisiones en tiempo real basado en sensores IoT y plataformas de datos compartidos, logró reducir sus emisiones de partículas en un 56% en menos de cinco años, al tiempo que mejoraba la productividad de sus terminales.

Otro aspecto de importancia es la generación de nuevos conocimientos relacionados con la innovación tecnológica. Este libro describe un proceso orientado a organizar y dirigir los recursos disponibles —humanos, técnicos y económicos— con la finalidad de aumentar la creación de nuevos conocimientos y facilitar su implementación en la estructura organizativa de las empresas del sector. No se trata únicamente de adoptar tecnologías foráneas, sino de construir capacidades endógenas para adaptarlas, mejorarlas y replicarlas. Así, se aborda propiamente el área del conocimiento denominada innovación tecnológica mediante los métodos generales de las disciplinas científicas, considerando los aspectos metodológicos que incluyen métodos, técnicas, tácticas, estrategias y procedimientos utilizados en la investigación para lograr los objetivos del estudio (Hurtado de Barrera, 2008). Este enfoque metodológico asegura que el modelo propuesto sea transferible y susceptible de ser evaluado críticamente por pares académicos y profesionales.

La población objetivo de este trabajo está conformada por las empresas y personas vinculadas a las relaciones comerciales del sector na-

viero y portuario peruano, quienes se beneficiarían directamente de los resultados de la investigación. Asimismo, se beneficiarán los actores del ámbito académico, como universidades, estudiantes, docentes e investigadores, ya que contarán con una forma estructurada de proponer modelos de innovación tecnológica en este sector, la cual podría servir como base para otras aplicaciones en contextos distintos, como el transporte fluvial de contenedores o la logística de última milla en zonas costeras. Por ejemplo, universidades peruanas como la Universidad Nacional del Callao o la Pontificia Universidad Católica del Perú podrían utilizar el modelo como caso de estudio en cursos de ingeniería industrial, administración de operaciones o comercio exterior.

Del diagnóstico a la acción. Integrando procesos, etapas y tecnologías

El objetivo general de este libro es diseñar un modelo de gestión de la innovación tecnológica para las empresas del sector naviero y portuario en el Perú. Este objetivo se plantea con la finalidad de proponer un instrumento práctico que permita a las empresas del sector llevar a cabo la transformación digital, integrando nuevas tecnologías en todas las áreas y procesos más relevantes, transformando su forma de funcionar, optimizando los procesos, mejorando su competitividad y ofreciendo un valor añadido renovado a sus clientes. Para alcanzar este propósito, se derivan siete objetivos específicos: identificar los modelos de gestión de la innovación tecnológica adaptados al sector; describir el proceso de gestión enfocado en el sector; identificar los componentes del modelo; analizar y describir dichos componentes; diseñar e integrar los componentes; definir estrategias de implementación; y realizar la propuesta final del modelo. Cada uno de estos objetivos se aborda en capítulos temáticos que combinan revisión bibliográfica, estudios de caso y propuestas operativas.

La hipótesis principal que guía este trabajo sostiene que el modelo de gestión de la innovación tecnológica permite integrar los procesos, etapas y tecnologías en las empresas del sector naviero y portuario del Perú. Esta hipótesis se desglosa en cinco hipótesis específicas: existen modelos de gestión que se adaptan al sector; existe un proceso para la gestión de la innovación enfocado en el sector; es posible definir una forma de analizar y distinguir los componentes del modelo; el diseño permite integrar los componentes; y la definición de estrategias permite el despliegue de la implementación del modelo. La validación de estas hipótesis se realiza a través de un estudio mixto que combina el análisis documental de buenas prácticas internacionales y la aplicación de instrumentos de recolección de datos en empresas portuarias peruanas, aunque la presentación de los resultados concretos escapa al alcance de este capítulo inicial.

Para comprender el modelo propuesto es necesario definir claramente las variables involucradas. La variable independiente (V1) es el modelo de gestión de la innovación tecnológica, entendido como el conjunto de procesos fundamentales directamente involucrados en la innovación tecnológica —cuyos resultados se relacionan con la transformación de oportunidades e ideas en innovaciones con impacto en el mercado— junto con los procesos y prácticas facilitadoras que, si bien no son exclusivos de la GIT, son igualmente necesarios para que los procesos nucleares funcionen de manera efectiva (Cotec, 2001). La variable dependiente (V2) es la integración de procesos, etapas y tecnologías, definida como la forma de relacionar los procesos medulares de las empresas, las etapas de despliegue en su implementación y la tecnología informática, incluyendo actividades que van desde la identificación de una oportunidad o la generación de una idea para un proceso nuevo o mejorado hasta que dicho proceso se implementa en la empresa. Finalmente, la variable interviniente (V3) son las empresas del sector naviero

y portuario del Perú, entendidas como aquellas dedicadas a la administración, explotación, desarrollo y conservación de los puertos y terminales, así como a la operación de buques mercantes para el transporte de pasajeros o mercancías. Esta variable interviniente afecta a la variable dependiente desde la teoría, pero no puede ser medida ni manipulada directamente en el diseño del modelo; ha sido deducida de los efectos de la variable independiente y de posibles variables moderadoras.

La operacionalización de la variable independiente (modelo de GIT) considera que para diseñar el modelo se debe tener en cuenta el desarrollo progresivo de la estrategia tecnológica, la adquisición de tecnología, el proceso de desarrollo de productos y servicios, y la innovación de procesos. En términos formales, se puede expresar como: $V_1 = \text{Integración (Estrategia tecnológica + Adquisición de tecnología + Desarrollo de productos y servicios + Innovación de procesos)}$. Por su parte, la operacionalización de la variable dependiente (integración de procesos, etapas y tecnologías) requiere el análisis de indicadores como los procesos administrativos que aseguran el uso eficiente de los recursos tecnológicos, así como los procesos, métodos y técnicas que utilizan las organizaciones del sector para conocer, planear, desarrollar, controlar e integrar sus recursos y actividades tecnológicas de forma articulada, tanto a nivel estratégico como operacional, con el fin de lograr los objetivos y cumplir las metas.

En suma, este libro se estructura en torno a la idea de que la transformación digital del sector naviero y portuario peruano es posible si se cuenta con un modelo de gestión de la innovación tecnológica adaptado a sus particularidades. El modelo propuesto no es una receta única, sino una arquitectura flexible que cada empresa puede ajustar según su tamaño, especialización y nivel de madurez tecnológica. Los siguientes capítulos desarrollan en detalle cada uno de los componentes del modelo, ilustran su aplicación mediante casos de estudio nacionales e internacio-

nales, y ofrecen una guía paso a paso para su implementación. Se espera que este trabajo contribuya no solo al avance del conocimiento en el campo de la gestión portuaria, sino también al desarrollo económico del Perú, fortaleciendo su competitividad en el comercio marítimo global.

Capítulo

2

*Los cimientos del cambio.
Fundamentos y perspectivas
en la gestión de la innovación*



El análisis de los procesos de innovación y su relación con el desarrollo organizacional y territorial requiere un andamiaje conceptual sólido, que permita comprender no solo las definiciones operativas, sino también las dinámicas históricas y contextuales que moldean la capacidad de las empresas y los puertos para adaptarse a entornos cambiantes. Este capítulo se construye a partir de una exploración detallada de los trabajos antecedentes que han abordado problemáticas afines, y de las bases científicas que sustentan las propuestas de modelos integradores. Lejos de ser un simple catálogo de definiciones, la fundamentación aquí presentada se concibe como una arquitectura argumental en la que cada concepto, cada hallazgo empírico y cada relación causal se entrelazan para ofrecer una visión comprehensiva de cómo la innovación tecnológica, la gestión portuaria y la competitividad se influyen mutuamente (Bavaresco, 2003).

La literatura especializada ha demostrado que las empresas que incorporan rutinas sistemáticas de vigilancia tecnológica y colaboración externa no solo mejoran su productividad, sino que también aumentan su resiliencia frente a crisis económicas y sanitarias, como quedó evidenciado durante la pandemia de COVID 19. Por ejemplo, un estudio longitudinal publicado en *Research Policy* (Vol. 49, N° 10, 2020) analizó a 1.200 pymes manufactureras en Europa y encontró que aquellas que habían institucionalizado prácticas de innovación abierta antes de 2019 experimentaron una caída de facturación un 22% menor durante los meses de confinamiento estricto, en comparación con sus pares no innovadoras. De igual manera, investigaciones recientes indexadas en EBSCO sobre el sector logístico en América Latina subrayan que la ausencia de inversión en investigación y desarrollo (I+D) profundiza las brechas de productividad, especialmente en economías dependientes del comercio marítimo, como es el caso de Venezuela, Ecuador y Perú (Martínez & Ochoa, 2020; González & Ríos, 2021). En este contexto, la gestión de la innovación no puede verse como un lujo reservado para países desarrollados, sino

como una necesidad estratégica incluso para economías con recursos limitados. A lo largo de este apartado, se irán tejiendo estos hilos conceptuales, prestando especial atención a cómo los diferentes autores han abordado la relación entre globalización, tecnología y desarrollo portuario, así como a los indicadores que permiten medir dicha relación. La finalidad última es ofrecer una base sólida que permita comprender las propuestas de transformación hacia puertos inteligentes y modelos de gestión innovadores, sin perder de vista la necesidad de un cambio institucional profundo en aquellos entornos que presentan desequilibrios estructurales. Como señala un artículo de *World Development* (Vol. 142, 2021), la mera transferencia de tecnología sin un acompañamiento institucional rara vez conduce a mejoras sostenidas; por el contrario, se requieren políticas activas de fortalecimiento de capacidades locales y de articulación entre actores públicos y privados.

Lecciones desde el sur y el norte. Estudios pioneros sobre transporte, innovación y desarrollo portuario

Uno de los trabajos más influyentes para comprender la articulación entre transporte marítimo, globalización y desarrollo económico en América del Sur es el de Salama Benazar (2016). Este autor se propuso analizar la globalización del transporte marítimo y el desarrollo portuario en la subregión, centrando su atención en cinco puertos estratégicos: Puerto Cabello y La Guaira en Venezuela, Cartagena en Colombia, El Callao en Perú y Santos en Brasil. Mediante una metodología de enfoque mixto, que combinó encuestas a expertos, análisis documental y observación de indicadores técnicos, Salama Benazar (2016) logró establecer comparaciones sistemáticas entre estos enclaves portuarios. Una de sus conclusiones más relevantes fue que los puertos venezolanos presentaban un significativo distanciamiento respecto a las tendencias globales

de modernización, mientras que los puertos de Cartagena, El Callao y Santos habían logrado incorporar inversiones en tecnología de punta y adoptar modelos de gestión más abiertos a la participación privada. En concreto, Salama Benazar (2016) identificó que los puertos venezolanos habían retrocedido al modelo de “puerto servicio” (*service port*), característico de la década de 1980, en el cual la autoridad portuaria ejecuta directamente todas las operaciones sin la intervención de operadores privados especializados. Este modelo ha sido ampliamente criticado en la literatura especializada por su ineficiencia, su falta de incentivos para la innovación y su escasa adaptación a los cambios tecnológicos en los buques. Un ejemplo paradigmático de las consecuencias de este rezago se observa en Puerto Cabello, donde un consorcio chino abandonó un ambicioso plan de inversión dejando maquinaria de última generación ociosa. En La Guaira, la situación no es menos dramática: las grúas Gantry recién instaladas no pueden operar eficazmente debido a condiciones de oleaje no consideradas en el diseño original.

Estos casos contrastan fuertemente con lo ocurrido en el puerto de Santos, donde una alianza público privada logró implementar un sistema de gestión *landlord port*, atrayendo inversiones por más de 500 millones de dólares en grúas de pórtico capaces de atender buques de hasta 18.000 TEU (twenty foot equivalent units). Según datos de la CEPAL (2020), el puerto de Santos aumentó su productividad en un 35% entre 2015 y 2019, reduciendo el tiempo medio de permanencia de los buques de 3,2 a 2,1 días. La investigación de Salama Benazar (2016) también destaca la opinión de los expertos encuestados, quienes consideraron “muy importantes” los siguientes indicadores de globalización del transporte marítimo: cambios tecnológicos en los puertos (98%), nuevas tecnologías en los puertos (98%), cambios tecnológicos en los buques (95%) y disminución de costos de transporte (92%). En cuanto al desarrollo portuario, los indicadores considerados “muy importantes” por el 100% de los expertos fueron la organización del puerto y la automatización;

seguidos de la eficiencia portuaria (97%) y el calado (94%). Estos porcentajes, tan elevados, reflejan el consenso en la comunidad especializada acerca de que la competitividad portuaria ya no depende únicamente de la dotación de infraestructura física, sino de la capacidad de gobernanza para adaptarse rápidamente a las demandas de un comercio globalizado. Adicionalmente, Salama Benazar (2016) realizó un aporte original al identificar una serie de indicadores no contemplados en las fuentes documentales iniciales, pero que los expertos señalaron como representativos: para la variable Globalización del Transporte Marítimo, mencionaron seguridad portuaria, banderas de conveniencia, combustible, control y seguimiento, y calidad del servicio.

Para la variable Desarrollo Portuario, señalaron precio del combustible, certificación de la calidad, capacitación del recurso humano, seguridad portuaria, pilotaje e inspección control. La existencia de estos indicadores adicionales subraya la complejidad del fenómeno y la necesidad de enfoques multidimensionales que vayan más allá de los tradicionales. En consonancia con estudios publicados en *Maritime Policy & Management* (Vol. 47, N° 4, 2020), la apertura a la inversión privada y la adopción de sistemas de información integrados (como las ventanillas únicas para el comercio exterior) son factores críticos para que los puertos de la región puedan articularse a los futuros corredores marítimos, como la denominada “superautopista del mar” que conectaría el sur de África, Sudamérica y Norteamérica (Cuttino & Protasio, 2013; Jeschke, 2011). Para los puertos venezolanos, la situación es particularmente apremiante, ya que no solo han perdido la oportunidad de beneficiarse de las economías de escala, sino que también han quedado rezagados en términos de ventaja comparativa. Contreras (2011, pp. 108-109) sostiene que salir de ese desequilibrio exige un nuevo pacto institucional, basado en instituciones fuertes y dirigentes responsables, que permita hacer frente a los retos de la globalización. Esta idea resuena con los hallazgos de investigaciones recientes en revistas como *Transportation Research*

Part A: Policy and Practice (Vol. 152, 2021), donde se demuestra que los puertos con gobernanza colaborativa y planes maestros flexibles logran reducir en un 30% los tiempos de permanencia de los buques, mejorando su competitividad sistémica. Un ejemplo concreto en la región andina es el puerto de Buenaventura en Colombia, que tras la implementación de un modelo *landlord* y una alianza con una empresa internacional de tecnología logró reducir sus tiempos de despacho en un 28% entre 2017 y 2020, según un informe de la Superintendencia de Puertos de Colombia.

Otro antecedente de gran valor para comprender la gestión de la innovación en contextos empresariales es la investigación de Igartua Lopez (2009), centrada en el País Vasco, una de las regiones europeas con mayor tradición industrial y con un fuerte tejido de pequeñas y medianas empresas. El autor se propuso analizar el papel de las herramientas de gestión de la innovación (HGI) en relación con la actividad innovadora de las empresas vascas y el rendimiento de su gestión de la innovación. Desde una perspectiva cuantitativa, Igartua Lopez (2009) aplicó encuestas a una muestra representativa de empresas manufactureras y de servicios, y complementó el análisis con entrevistas a directivos.

Sus conclusiones son especialmente relevantes para cualquier región que busque una segunda transformación económica basada en el conocimiento. Igartua Lopez (2009) encontró que las empresas participantes en programas de apoyo sistemático a la innovación, como Euskadi+Innova y la iniciativa ALDATU de Transformación Empresarial, mostraban una mayor orientación hacia el futuro, un mayor desempeño en gestión de la innovación, un uso más intensivo de HGI y una mayor capacidad para desarrollar innovaciones tanto radicales como incrementales. En particular, la iniciativa ALDATU logró que las pymes participantes tuvieran valoraciones muy similares a las empresas participantes en programas de innovación tecnológica, lo que refleja el papel crucial de este tipo de políticas públicas. Un ejemplo concreto es el de una coop-

erativa metalúrgica vasca que, mediante la implementación de un sistema de gestión de ideas y la formación de equipos cross funcionales, logró lanzar tres nuevos productos al mercado en dos años, aumentando su facturación en un 40%. Estos resultados son consistentes con estudios posteriores indexados en Scopus, como el de Albort Morant y Ribeiro Soriano (2016) en *Journal of Business Research*, donde se evidencia que las pymes que implementan rutinas de gestión del conocimiento y sistemas de evaluación de desempeño innovador multiplican por dos su probabilidad de introducir novedades en el mercado. Además, Igartua Lopez (2009) verificó el papel mediador de la gestión de la innovación como elemento clave de la actividad innovadora, ya que su desarrollo medio sobre factores determinantes de la innovación empresarial permite que las empresas que desarrollan rutinas de trabajo sistemáticas sean capaces de mantener actividades innovadoras en el largo plazo. En el contexto de la economía vasca, este hallazgo es especialmente significativo porque la región ha apostado por la especialización inteligente (*smart specialization*) basada en la industria 4.0 y la economía circular.

Otro ejemplo ilustrativo es el del clúster aeronáutico vasco, que reúne a más de 30 empresas proveedoras de Airbus. Mediante la adopción de herramientas de vigilancia tecnológica y roadmapping, estas empresas han logrado reducir sus tiempos de desarrollo de nuevos componentes en un 25% y aumentar su participación en las cadenas globales de valor. La lección para otros territorios, como los países andinos, es que la inversión en programas de apoyo a la innovación debe ir acompañada de mecanismos de seguimiento y evaluación que permitan ajustar las políticas a las necesidades reales de las pymes. No basta con crear parques tecnológicos o centros de innovación; se necesita una articulación efectiva entre universidades, centros de formación profesional y empresas, así como incentivos financieros para la I+D. Investigaciones publicadas en *Technovation* (Vol. 98, 2020) demuestran que las regiones que destinan al menos el 0,5% de su PIB a programas de extensión

tecnológica para pymes logran tasas de innovación significativamente superiores a aquellas que no lo hacen.

En la misma línea, pero con un enfoque en el sector manufacturero ecuatoriano, Orellana Quezada (2017) investigó la incidencia de la innovación tecnológica en la competitividad empresarial de las pymes de la provincia del Azuay. Este estudio es particularmente valioso porque aborda una realidad latinoamericana con características de economía emergente, donde las restricciones financieras y las debilidades institucionales suelen limitar las capacidades innovadoras. Orellana Quezada (2017) utilizó un diseño descriptivo correlacional, aplicando cuestionarios a una muestra de 120 pymes manufactureras. Los coeficientes de correlación de Pearson obtenidos fueron sorprendentemente altos: $r = 0,790$ entre los recursos para la innovación (infraestructura, aprendizaje) y la competitividad empresarial (rentabilidad y productividad), $r = 0,923$ entre los resultados de la innovación (creatividad, proyectos de innovación) y la competitividad empresarial, y $r = 0,888$ para la hipótesis general que vincula la innovación tecnológica con la competitividad. Estas cifras indican una influencia positiva y considerable, lo que sugiere que las pymes que invierten en I+D, uso de internet y TIC, y en aprendizaje organizacional, logran mejorar significativamente su desempeño. Sin embargo, Orellana Quezada (2017) advierte que los bajos índices de innovación y competitividad de las pymes ecuatorianas representan una oportunidad desaprovechada. Por ejemplo, el autor señala que menos del 15% de las pymes manufactureras del Azuay cuentan con un sistema formal de gestión de la innovación, y solo el 8% realizan actividades de I+D de manera continua. Esta situación contrasta con lo ocurrido en otros países andinos, como Colombia, donde el programa de transformación productiva ha logrado que más del 30% de las pymes manufactureras implementen innovaciones de proceso en un periodo de cinco años (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, 2021). Un caso concreto en el Azuay es el de una empresa textil que, tras participar en un

programa de asistencia técnica financiado por la Cámara de Comercio de Cuenca, incorporó un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) y capacitó a su personal en gestión de calidad. En dos años, esta empresa redujo sus costos operativos en un 18% y aumentó su productividad en un 25%, lo que le permitió exportar a mercados como Perú y Chile. La evidencia presentada por Orellana Quezada (2017) es consistente con estudios publicados en *Journal of Technology Management & Innovation* (Vol. 15, N° 3, 2020), donde se analiza el caso de las pymes de confección en Quito y se muestra que aquellas que adoptaron sistemas de gestión de inventarios basados en la nube y capacitación continua incrementaron su productividad en un 18% en dos años. Una limitación del estudio de Orellana Quezada (2017) es que no profundiza en las barreras institucionales que frenan la inversión en innovación, tales como la inestabilidad regulatoria, la falta de financiamiento de largo plazo o la debilidad de los sistemas de propiedad intelectual. No obstante, su trabajo ofrece una base empírica robusta para diseñar políticas públicas orientadas a reducir esas barreras. El autor sugiere que los esfuerzos deben concentrarse en fomentar la I+D, el uso de las TIC, la formación permanente y el aprovechamiento de los resultados de la innovación como la cualificación del capital humano y la información tecnológica y de mercados. Un ejemplo exitoso en la región es el programa Ecuador Innova del Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (Pro-Ecuador), que ha logrado articular a más de 200 pymes con centros de investigación universitarios, resultando en 45 patentes solicitadas entre 2018 y 2021. La experiencia ecuatoriana demuestra que, incluso con recursos limitados, la priorización de la innovación puede generar mejoras tangibles en la competitividad. Sin embargo, para que estos esfuerzos sean sostenibles, se requiere una política de estado de largo plazo que trascienda los cambios de gobierno y que incorpore incentivos fiscales a la I+D, como los que existen en Chile y Colombia.

Pasando a un sector de servicios intensivos en conocimiento tecnológico (t KIBS), la investigación de Amores Bravo (2015) realizada en Cataluña ofrece lecciones valiosas sobre qué prácticas de gestión de la innovación realmente marcan la diferencia. Amores Bravo (2015) analizó una muestra de 150 empresas catalanas dedicadas a servicios tecnológicos avanzados, como consultoría en TIC, ingeniería, y servicios de I+D. Mediante análisis de correlaciones y modelos de regresión, el autor encontró que la posición relativa en resultados de innovación respecto a la competencia y el porcentaje de facturación proveniente de servicios radicalmente nuevos (innovaciones radicales) están asociados positivamente con el impacto en la competitividad empresarial y con las ventas por empleado. Una contribución clave de este trabajo es que identifica un conjunto de prácticas de gestión de la innovación que tienen correlaciones más elevadas con los resultados empresariales que los indicadores tradicionales de input (gasto en I+D o personal dedicado).

Entre esas prácticas destacan: la implicación cross funcional en la innovación con varios departamentos involucrados en el proceso, la formalización del proceso de innovación (documentación de fases, métricas, revisiones), las prácticas de gestión del conocimiento y la tecnología (bases de datos de lecciones aprendidas, comunidades de práctica), la relación entre estrategia y gestión de la innovación (alineación de los proyectos de innovación con los objetivos estratégicos), la introducción de prácticas para mejorar la cultura de la innovación (recompensas, tolerancia al error, tiempo para proyectos libres) y las prácticas de innovación abierta (colaboración con clientes, proveedores, universidades). En otras palabras, lo que diferencia a las empresas exitosas no es cuánto invierten, sino cómo gestionan la innovación. Un ejemplo concreto es el de una consultora tecnológica catalana que implementó un sistema de gestión de ideas mediante una plataforma digital, involucrando a sus 200 empleados en la generación de propuestas de nuevos servicios. En el primer año, la plataforma recibió 450 ideas, de las cuales 30 fueron

seleccionadas para proyectos piloto y 8 llegaron al mercado, generando ingresos adicionales por valor de 5 millones de euros. Este resultado es consistente con estudios publicados en *R&D Management* (Vol. 51, Nº 1, 2021), donde se muestra que las t KIBS que implementan sistemas formales de gestión de ideas y plataformas de innovación abierta con clientes logran tasas de éxito de nuevos servicios un 35% superiores. Amores Bravo (2015) también subraya el papel clave de la participación del cliente en los resultados de innovación: a mayor colaboración con los usuarios, mayores correlaciones con indicadores de éxito.

Por ejemplo, las empresas que realizan al menos tres sesiones de cocreación con clientes por año tienen un 50% más de probabilidad de lanzar innovaciones radicales exitosas. Un caso ilustrativo es el de una empresa de ingeniería de software que desarrolló una metodología de desarrollo ágil con revisiones quincenales por parte de los clientes, lo que redujo el tiempo de entrega de los proyectos en un 30% y aumentó la satisfacción del cliente en un 40 puntos en el Net Promoter Score. Para los directivos de t KIBS, estos hallazgos ofrecen una guía práctica: priorizar la sistematización del proceso de innovación, fomentar equipos multidisciplinares y establecer mecanismos formales de retroalimentación con los clientes. La lección se extiende a otros sectores, como el portuario, donde la cocreación con navieras y operadores logísticos puede acelerar la adopción de soluciones tecnológicas. Por ejemplo, el puerto de Barcelona organiza talleres trimestrales con sus principales clientes para identificar cuellos de botella y probar prototipos de nuevas aplicaciones de gestión de tráfico. Esta práctica ha permitido reducir los tiempos de espera de los camiones en un 15% y aumentar la satisfacción de los transportistas.

Finalmente, en el ámbito de la innovación abierta, la investigación de Fernández Ignacio (2020) sobre pymes españolas ofrece una perspectiva matizada y necesaria para contrarrestar las visiones simplistas de

que existe una única fórmula para el éxito. Fernández Ignacio (2020) utilizó un diseño de análisis cualitativo comparado (QCA) sobre una muestra de 40 pymes de diversos sectores, complementado con estudios de caso longitudinales. Sus conclusiones rompen con la idea de que hay un modelo único de innovación abierta que todas las empresas deben seguir. Por el contrario, Fernández Ignacio (2020) demuestra que las pymes pueden seguir varias estrategias eficaces, y que la elección de una u otra depende del contexto específico de cada empresa, incluyendo su tamaño, sector, cultura organizacional, capacidades internas y entorno competitivo. Un hallazgo especialmente relevante es que la innovación abierta ayuda a transformar (y a actualizar) el modelo de negocio, teniendo un impacto en los resultados contables de la empresa, especialmente en momentos de crisis.

En el estudio longitudinal, Fernández Ignacio (2020) observó que, a pesar del impacto de la crisis financiera de 2008, las empresas estudiadas que aplicaron prácticas de innovación abierta sobrevivieron con éxito a las coyunturas adversas del mercado, al mismo tiempo que mejoraron sus procesos de innovación. La combinación de ambas (innovación abierta y mejora de procesos) ayuda a mantener un desempeño competitivo. Este resultado tiene enormes implicaciones para la actual pospandemia de COVID 19, donde la digitalización forzada ha abierto ventanas de oportunidad para la colaboración en red. Un ejemplo concreto es el de una pyme textil española que, mediante una plataforma de *crowdsourcing*, co diseñó una nueva línea de ropa sostenible con diseñadores independientes de cinco países, logrando reducir los costes de I+D en un 40% y aumentar sus ventas en línea en un 150% durante el primer año de la pandemia. Fernández Ignacio (2020) también enfatiza que los modelos de negocio deben ser flexibles y que su configuración dependerá de las prácticas o estrategias de innovación abierta que se apliquen, pudiendo cambiar sin necesidad de mermar los recursos de la empresa en demasía, lo que proporciona una total adaptabilidad además de eficiencia. Si los

modelos de negocio actuales destacan la propuesta de valor como una de las características esenciales de cualquier empresa, la innovación abierta propone innovar en cualquier aspecto, ya sea dentro o fuera de ella, siempre y cuando haya un retorno superior. El abanico de posibilidades aumenta y flexibiliza a los modelos de negocio de las empresas no sólo en un momento determinado, sino que se asemeja a un gran compañero de viaje del que uno no debe desprenderse. Fernández Ignacio (2020) también señala que la innovación abierta facilita escenarios de *coopetition* (cooperary competir a la vez), los cuales han demostrado ser efectivos para impulsar economías. Un ejemplo de *coopetition* es el de dos pymes farmacéuticas competidoras que colaboraron durante la pandemia para desarrollar un test rápido de antígenos, compartiendo laboratorios y personal, y luego compitieron en el mercado con sus propios canales de distribución. Este tipo de colaboración fue analizado en *Small Business Economics* (Vol. 57, N° 4, 2021), concluyendo que las pymes que participan en redes de *coopetition* tienen un 60% más de probabilidad de sobrevivir a crisis sectoriales. Aunque el concepto de innovación abierta tiene casi dos décadas (Chesbrough, 2003), es recientemente cuando ha cobrado relevancia en microempresas, emprendedores y pymes, especialmente en sectores tradicionales. Para los responsables de innovación, el mensaje es claro: la apertura a colaboraciones externas y la flexibilidad estratégica son más importantes que la acumulación interna de recursos. Esta lección es aplicable también al sector portuario: los puertos que establecen alianzas con empresas tecnológicas, universidades y otros puertos (nacionales e internacionales) están mejor posicionados para adaptarse a las disrupciones tecnológicas y a los cambios en los patrones de comercio.

De la teoría a la práctica. Tecnología, ciencia e innovación en las organizaciones modernas

Para comprender en profundidad la gestión de la innovación tecnológica, es necesario detenerse en las definiciones y distinciones entre ciencia, tecnología e innovación, ya que estas tres dimensiones suelen confundirse en el discurso cotidiano, pero tienen implicaciones muy diferentes para la estrategia empresarial y las políticas públicas. La ciencia ha sido definida de múltiples maneras a lo largo de la historia. Una de las miradas más completas es la de Bernal (citado en Núñez, 1999), quien considera la ciencia como institución, método, tradición acumulativa de conocimiento, factor principal en el mantenimiento y desarrollo de la producción y una de las influencias más poderosas en la conformación de las opiniones respecto al universo y el hombre. Por su parte, Lindgerg (2002) asocia la ciencia con un esquema de conducta por el cual los seres humanos han conseguido el control sobre el entorno, conformado por procedimientos, usualmente experimentos. Bowler y Morus (2007) añaden una dimensión sociológica al considerar la ciencia como un sistema de valores y como una institución social estructurada sobre normas que caracterizan el comportamiento de los científicos en el ejercicio de su profesión. Jorge (2010) ofrece una perspectiva culturalista al interpretar la ciencia como un sistema cultural creado por el hombre para responder preguntas sobre sí mismo, sobre la sociedad, la cultura y la naturaleza. Finalmente, Núñez (1999) sintetiza estas visiones al afirmar que la ciencia puede definirse como una organización de personas (científicos) que tienen ideas y usan métodos para desarrollar nuevos conocimientos; como un sistema de conocimientos que modifican la visión del mundo real; como un proceso de investigación que permite obtener nuevos conocimientos; y como una fuerza productiva que propicia la transformación del mundo y es fuente de riqueza.

Por otro lado, la tecnología ha venido evolucionando en su concepción. Ya no se la ve solo como la aplicación práctica de la ciencia, sino como una disciplina con entidad propia, que se relaciona directamente con la economía, el mercado, las formas de vida, la cultura y el arte. Su principal contexto son las organizaciones, las cuales funcionan acorde con su ambiente de actuación y es en ellas donde más se aplica, se genera y se evidencia. Cabe resaltar que la ciencia y la tecnología comparten el ser procesos intelectuales que buscan las relaciones causales del mundo material, empleando métodos experimentales y demostraciones empíricas que pueden verificarse repetidas veces (Villas Tinoco, 2000). Sin embargo, sus resultados finales divergen: la ciencia trata de interpretar los hechos sustentándose en teorías generales, independientemente de su utilidad inmediata; su producto final es el “artículo científico”. La tecnología, en cambio, es un método para resolver problemas, que aporta como producto final de la actividad innovadora un artefacto (Basalla, 1989).

Esta distinción no es meramente académica; tiene consecuencias prácticas en la gestión de la I+D. Por ejemplo, una empresa farmacéutica que publica artículos científicos está haciendo ciencia, pero si desarrolla un nuevo fármaco y lo lleva al mercado, está haciendo tecnología e innovación. Los beneficios generados por el avance de la técnica, la tecnología y la ciencia se incorporan rápidamente en los países desarrollados, acrecentando las diferencias educativas, tecnológicas, económicas y sociales respecto a los países en desarrollo, donde los niveles de apropiación, comprensión, aprendizaje y absorción ocurren de forma lenta. Un claro ejemplo es la brecha en inversión en I+D: mientras que los países de la OCDE invierten en promedio el 2,4% de su PIB en I+D, los países de América Latina invierten apenas el 0,7% (Banco Mundial, 2021). Esta brecha se traduce en diferencias en productividad, salarios y calidad de vida. En cuanto al avance logrado por la tecnología y el desarrollo de innovaciones, su poderío se debe a la creatividad humana y su capacidad

de proponer soluciones nuevas a problemas no resueltos. La innovación, como un hecho social, aparece cuando la invención trasciende la dimensión puramente tecnológica y tiene impactos en la producción y el mercado, transformando el conocimiento científico y tecnológico en riqueza económica, bienestar social y desarrollo humano (Robledo Velásquez, 2010). El concepto de innovación ha evolucionado significativamente en las últimas décadas. Las primeras ediciones del Manual de Oslo (1992, 1997) se centraban en la innovación tecnológica y de procesos en el sector manufacturero. La tercera edición (2005) amplió el concepto para incluir la innovación en mercadotecnia y la innovación organizativa, reconociendo que las empresas pueden innovar en aspectos no tecnológicos con igual o mayor impacto. La definición vigente establece que la innovación es “la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores” (Manual de Oslo, 2005). Esta definición ha sido ampliamente adoptada por los sistemas nacionales de innovación y guía las encuestas comunitarias de innovación en Europa y América Latina. Un ejemplo de innovación organizativa es la implementación de equipos autogestionados en una planta de producción, lo que puede aumentar la productividad sin necesidad de inversión tecnológica.

Tipos de innovación y su importancia estratégica para la competitividad

La clasificación de la innovación es una cuestión estratégica de primera magnitud para las empresas, pues determina dónde y cómo innovar. Según la cuarta edición del Manual de Oslo (2018), existen cuatro tipos principales de innovación. La innovación organizacional se refiere

al desarrollo de una nueva estrategia organizacional que cambiará las prácticas comerciales de una empresa, así como la forma en que se organiza su lugar de trabajo y su relación con las partes interesadas externas. Por ejemplo, una empresa que pasa de una estructura jerárquica a una organización en red o que implementa el teletrabajo obligatorio para todos los empleados está realizando una innovación organizacional. La innovación de procesos consiste en implementar un enfoque de producción o entrega nuevo o mejorado, incluidos los cambios en los métodos operativos, las técnicas utilizadas y el equipo o software. Un caso claro es la introducción de la impresión 3D en una línea de ensamblaje o la adopción de un sistema de gestión de almacenes basado en inteligencia artificial. La innovación de producto es la introducción de un bien o servicio nuevo o mejorado, que puede estar relacionado con especificaciones técnicas, materiales, software o experiencia de usuario (UX).

Sin embargo, las innovaciones de producto no necesitan mejorar todas las funciones; una mejora o adición de una nueva función puede combinarse con la pérdida de otras funciones. Además, una innovación de producto debe estar disponible para los usuarios potenciales, pero no necesariamente debe generar ventas (por ejemplo, una aplicación gratuita con un nuevo algoritmo de recomendación). La innovación de marketing significa desarrollar una nueva estrategia que produzca cambios en la forma en que se diseña o empaqueta un producto, o en decisiones relacionadas con el precio o la promoción. Un ejemplo es la implementación de un modelo de suscripción para un producto que antes se vendía por unidades. Desde el punto de vista de la gestión de la innovación, estos cuatro tipos tienen un significado estratégico y relacionado con el proceso. No obstante, muchas empresas y consultores utilizan clasificaciones más detalladas, como los seis tipos que se describen a continuación. La innovación de productos se refiere al desarrollo y la introducción en el mercado de un bien o servicio nuevo, rediseñado o sustancialmente mejorado. Incluye tanto productos nuevos

(por ejemplo, el primer reproductor portátil de MP3) como nuevos usos para productos existentes (por ejemplo, un detergente que utiliza una composición química existente pero con una nueva aplicación). La innovación de procesos es la implementación de un método de producción o entrega nuevo o significativamente mejorado, incluyendo cambios en técnicas, organización, equipos y tecnología. Se subdivide en métodos de producción (nuevos equipos de automatización) y métodos de entrega (sistemas de seguimiento RFID). La innovación del modelo de negocio se refiere exclusivamente a la forma en que una empresa funciona y obtiene resultados, implicando cambios en estrategia, marketing, cadenas de suministro, creación de valor, fijación de precios o estructuras de costes. Un ejemplo icónico es el cambio de las empresas de software de vender licencias perpetuas a ofrecer software como servicio (SaaS). La innovación tecnológica, aunque a menudo se solapa con la innovación de procesos, se refiere específicamente a la introducción de nuevas tecnologías en los procesos productivos o en los productos, como la implementación de inteligencia artificial en sistemas de recomendación.

La innovación social es aquella donde el beneficio recae en la sociedad y el propósito no es principalmente el lucro, como las innovaciones en educación, reducción de la pobreza o salud. Por último, la innovación ambiental o ecoinnovación incluye todas las innovaciones que contribuyen a mejorar el medio ambiente, como productos respetuosos con el medio ambiente o tecnologías de prevención de emisiones. La elección del tipo de innovación tiene profundas implicaciones en el proceso de gestión. Por ejemplo, una innovación radical (como el primer automóvil eléctrico comercializable) requiere un proceso mucho más completo, con diferentes estructuras de toma de decisiones, mayores inversiones y más tiempo, que una pequeña innovación incremental (como añadir un puerto USB en un automóvil). Investigaciones publicadas en *Journal of Product Innovation Management* (Vol. 38, Nº 5, 2021) muestran que las empresas que alinean su tipo de innovación con su estrategia de negocio

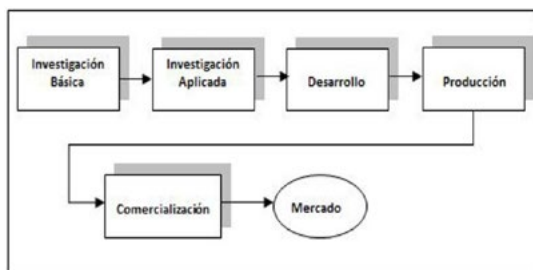
y sus capacidades internas obtienen hasta un 50% más de retorno sobre la inversión en innovación. Un ejemplo práctico es el de una empresa de electrodomésticos que decidió centrarse en innovaciones incrementales de producto (mejoras de eficiencia energética) y en innovaciones de proceso (automatización de la línea de ensamblaje), lo que le permitió reducir costos en un 20% y mantener su cuota de mercado frente a competidores chinos.

Modelos de gestión de la innovación. Un recorrido por las generaciones de la teoría

La gestión de la innovación ha sido objeto de numerosos modelos teóricos que han evolucionado para reflejar la creciente complejidad de los procesos innovadores. A lo largo de la historia, se han desarrollado modelos con amplio reconocimiento científico, entre los que destacan el modelo lineal, el modelo por etapas, los modelos interactivos o mixtos, el modelo integrado, el modelo de red y el modelo de la London Business School (Barreto Ferreira & Petit Torres, 2017). En los últimos cuarenta años, la conceptualización de los procesos de innovación tecnológica y el enfoque de su gestión han cambiado drásticamente (Rothwell, 1994). Estos cambios pueden visualizarse mediante la evolución de las generaciones del proceso de innovación. El modelo lineal fue predominante entre 1950 y 1965. Según Nuchera Hidalgo & León Serrano (2002), este modelo interpreta la innovación tecnológica como un proceso secuencial que va desde la ciencia hasta la tecnología, pasando por la investigación aplicada, el desarrollo, la producción y la comercialización. La innovación inicia con la investigación básica, seguida de la aplicada, luego el desarrollo del prototipo, y finalmente la producción y comercialización. Esta visión asume que el cambio tecnológico depende fundamentalmente del cúmulo de conocimientos científicos obtenidos a través de la investigación

básica, lo que implica para las organizaciones la necesidad de contar con talento humano científicamente calificado. El modelo lineal presenta varias limitaciones: observa la innovación como un proceso racional planificable y controlable, otorga mucha importancia a la I+D como desencadenante, y desconoce que la tecnología dispone de una estructura de conocimientos propios obtenidos empíricamente.

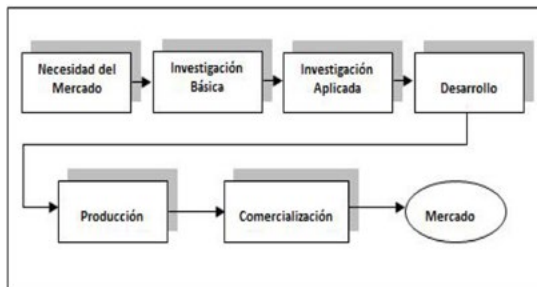
Figura 1. Modelo de Empuje Tecnológico



Nota: Barreto Ferreira & Petit Torres (2017).

A partir de la década de 1960, se comenzó a prestar mayor atención al papel del mercadeo, lo que condujo al Modelo de Tirón de la Demanda o del Mercado (Market Pull).

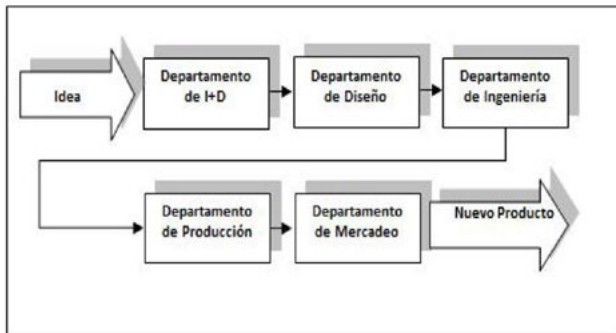
Figura 2. Modelo de tirón de demanda



Nota: Barreto Ferreira & Petit Torres (2017).

En este modelo secuencial, las necesidades de los consumidores se convierten en la principal fuente de ideas, y la unidad de I+D desempeña un papel reactivo aunque esencial. El modelo lineal es sumamente útil para entender de forma simplificada el proceso, pero tiene dos debilidades: su carácter secuencial (puede que no se requieran todas las fases, o que la secuencia sea distinta) y el hecho de que en la realidad surgen tantos procesos de retroalimentación que casi podría rechazarse la noción de fases. El modelo por etapas, descrito por Velasco Balmaseda & Zamanillo Elguezabal (2007) y Saren (1984), es similar al lineal, pero presenta el proceso de innovación en términos de los departamentos involucrados de la empresa (I+D, diseño, ingeniería, producción, mercadeo).

Figura 3. Modelo departamental por etapas

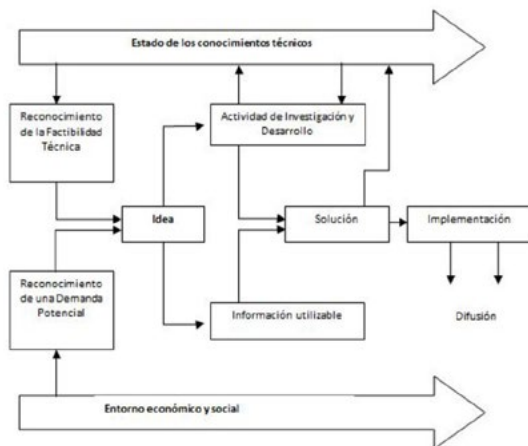


Nota: Saren (1984).

Los modelos interactivos o mixtos surgieron tras demostrar que los modelos lineales son excesivamente simplificados e ignoran interacciones importantes. Investigaciones de Myers (1969), Rothwell (1977), Cooper (1979), y Chiesa & Coughlan (1996) mostraron que las ideas innovadoras pueden provenir de cualquier departamento (comercialización, ingeniería, producción, ventas, mantenimiento). El modelo de Marquis (1969) es un ejemplo paradigmático. Hay evidencias empíricas de Van

de Ven (1986), Edvinsson (1996), Damanpour (1998) y Almeida (2004) que coinciden en que gran parte de las ideas innovadoras son aportadas por el capital intelectual del personal de base.

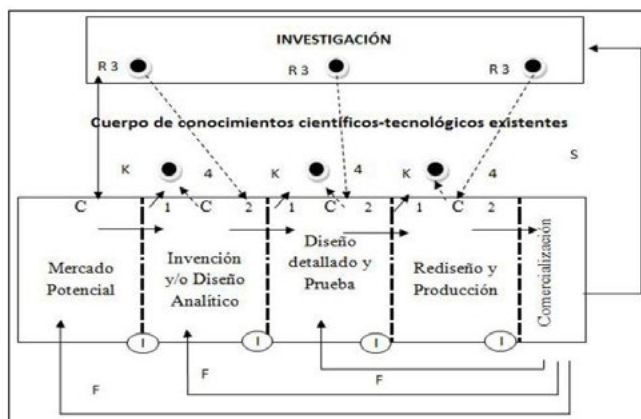
Figura 4. Modelo de innovación interactivo



Nota: Barreto Ferreira & Petit Torres (2017).

Kline (1985), citado por Rothwell (1985), propuso un modelo denominado cadena eslabón (Chain Linked) que trata de incorporar la complejidad mediante cinco rutas que conectan investigación, conocimiento y la cadena central de innovación.

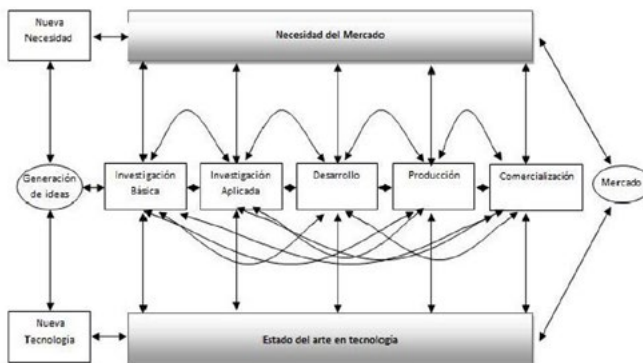
Figura 5. Modelo investigación tecnológica



Nota: Vall (2005).

En el modelo de Kline, la trayectoria 1 es el camino central de la innovación (flechas c) que empieza con una idea que se materializa en un diseño analítico para responder a una necesidad del mercado. La trayectoria 2 incluye retroalimentaciones entre etapas y desde el producto final al mercado. La trayectoria 3 es el enlace con la investigación a través del uso de conocimientos existentes; cuando no se encuentra la información, se investiga (flecha 3 4). La trayectoria 4 es el enlace entre investigación e innovación (descubrimientos que dan lugar a inventos). La trayectoria 5 son conexiones directas entre productos y la investigación (flechas S), porque a veces nuevos instrumentos hacen posibles investigaciones más complejas. Una diferencia fundamental con el modelo lineal es que Kline relaciona la ciencia y la tecnología en todas partes del modelo, no solo al principio. Otro modelo mixto fue desarrollado por Rothwell (1985).

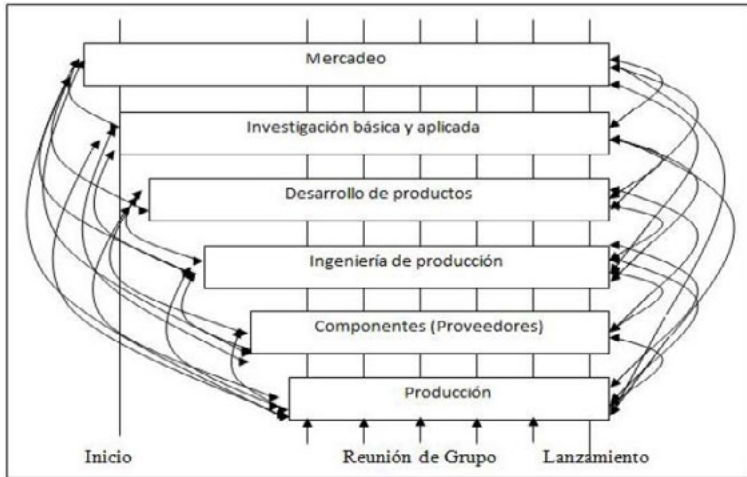
Figura 6. Modelo investigación mixto



Nota: Nuchera (2002).

Este modelo consiste en una serie de etapas secuencialmente lógicas pero no necesariamente consecutivas, con etapas interdependientes e interactivas, y con comunicación dentro y fuera de la organización. El modelo integrado (cuarta generación, Rothwell, 1994) establece su vigencia desde los años ochenta hasta inicios de los noventa. Se comienza a considerar que las fases de la innovación deben ser procesos solapados o simultáneos para acortar el tiempo de desarrollo.

Figura 7. Modelo investigación tecnológica integrado



Nota: Nuchera (2002).

El modelo integrado fue aplicado de forma pionera por la industria automotriz japonesa (Toyota y Nissan). La gestión eficiente de este modelo implica un proceso disciplinado con técnicas de planificación y control, un equipo de proyecto multifuncional, eliminación de barreras entre áreas, responsabilidad compartida y capacidad para resolver conflictos. El modelo de red (quinta generación) resalta la importancia de la capacitación dentro y entre organizaciones, y plantea que la innovación es fundamentalmente un proceso distribuido en red. Utiliza herramientas electrónicas avanzadas para incrementar la velocidad y eficiencia. Según López & Blanco (2009), gestionar la innovación bajo este modelo supone un aprendizaje considerable con costos en tiempo e inversión, pero los beneficios potenciales a largo plazo incluyen eficiencia y manejo de información en tiempo real.

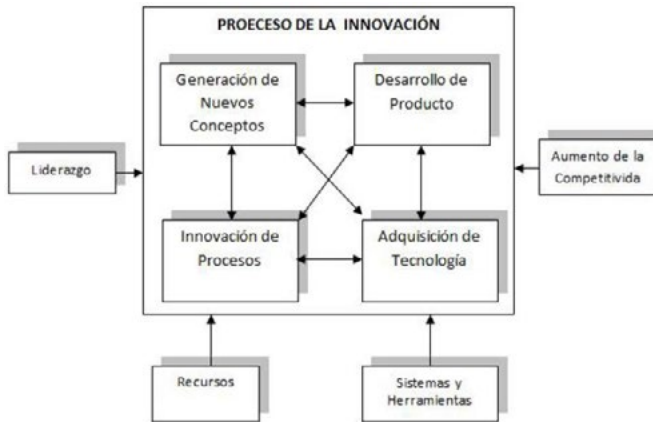
Figura 8. Modelo de Red



Nota: Trott (1998).

Este modelo enfatiza las alianzas verticales y horizontales (proveedores, competidores, clientes) y el uso de equipos humanos multifuncionales. Rothwell (1994) señala que la innovación puede considerarse como un proceso de aprendizaje que involucra elementos internos y externos. La Comisión Europea destaca que las empresas innovadoras se asocian a un conjunto diverso de agentes a través de redes de colaboración, conformando un “sistema de innovación”. Este enfoque subraya la importancia de fuentes externas de información: clientes, proveedores, consultorías, laboratorios públicos, agencias gubernamentales, universidades. El modelo de la London Business School fue propuesto por Chiesa & Coughlan (1996) y Escorsa et al. (2005), basándose en que la aceptación en el mercado de una innovación está relacionada con buenas prácticas en cuatro procesos medulares: generación de nuevos conceptos, desarrollo de nuevos productos o servicios, innovación en los procesos y adquisición de tecnología.

Figura 9. Modelo innovación London Business School



Nota: Escorsaet (2005).

Este modelo está concebido para auditorías de innovación y es “sistemático” porque considera la innovación como un proceso complejo de creatividad e interacción entre empuje tecnológico y arrastre del mercado, que puede emerger en cualquier parte de la organización. En resumen, como afirma Gómez Herrera, aunque el proceso para gestionar la innovación puede ser similar, sus resultados serán distintos en función de los objetivos organizacionales, estrategia y cultura empresarial.

Herramientas, técnicas y métodos en la gestión de la innovación tecnológica

En décadas recientes (generaciones cuatro y cinco), la prospectiva ha sido adoptada en muchas áreas, incluyendo la política pública, la evaluación de tecnologías y los estudios de alcance para sectores industriales. Estas generaciones se caracterizan por la evolución de los Sistemas

Nacionales de Ciencia y Tecnología hacia Sistemas de Innovación, lo que implicó una reorganización de los actores interesados (academia, empresas y estado). En la actualidad, trabajar con elementos de prospectiva a nivel de empresa se ha hecho común. Grandes organizaciones en el campo tecnológico aplican herramientas y metodologías adaptadas a su campo de acción. Por ejemplo, Motorola planifica prospectivamente recurriendo al uso del *roadmapping*. Por su parte, la vigilancia tecnológica establece que el éxito de las organizaciones no solo descansa en los recursos tangibles, sino que está influenciado por numerosos factores externos.

Para mantener la competitividad en entornos complejos y de alta velocidad de cambio, la empresa debe tener la capacidad de percibir las señales indicadoras de cambios significativos en el entorno, así como controlar día a día las actividades de importantes actores dentro y fuera de su sector. La gran interdependencia tecnológica, económica y competitiva hace que los cambios en las economías locales repercutan globalmente. Hoy en día existe la necesidad de agregar nuevas fuentes de información y de análisis a la gestión de la información, destacándose el valor actual del conocimiento como fuente de poder y competitividad. Por lo tanto, el recurso informativo debe gestionarse inteligentemente. Es así que para lograr una eficaz actividad de innovación tecnológica se hace necesaria la realización de la vigilancia tecnológica (Cuevas, 2008). El ejercicio de investigación y desarrollo (I+D) tiene un significado muy importante en el campo de la tecnología.

Roussell et al. (1993) definen que “Investigación significa una aproximación ordenada a la revelación de conocimiento nuevo sobre el universo, mientras que el desarrollo procura situar los productos o los conceptos de proceso en una serie de escenarios definidos con el fin de probarlos, refinarlos y ponerlos a punto para su aplicación comercial”. El ejercicio de I+D incluye todos los trabajos creativos que, de forma siste-

mática, permiten aumentar el nivel de conocimientos de la empresa, incluyendo conocimiento del hombre, la cultura, la sociedad y su uso para generar nuevas aplicaciones. Las actividades de I+D facilitan perfeccionar métodos y obtener nuevos procedimientos para mejorar productos existentes o crear otros nuevos, generando aumentos en productividad, reducción de costos, mayores ganancias, bajas en precios y reasignación de factores de producción. En cuanto a la propiedad intelectual, la dinámica competitiva del mercado actual demanda la protección legal de los logros derivados de las actividades de I+D+i, ejercicio que se torna cada vez más difícil para las empresas debido al acelerado proceso innovador. En este contexto, la gestión de tecnología debe velar permanentemente por los derechos de propiedad intelectual e industrial, los cuales garantizan los beneficios originados en las innovaciones. La gestión de los derechos de propiedad intelectual e industrial se define como el conjunto de actividades que se deben desarrollar tanto al interior como en el exterior de la empresa (privacidad y registro) con el fin de proteger el conjunto de conocimientos derivados del ejercicio innovador.

Hacia la cuarta revolución. Tecnología e innovación en el sector naviero y portuario

En la actualidad, el sector del transporte marítimo está virando con rumbo decidido hacia las tecnologías inteligentes, mediante una propuesta renovada de la experiencia en el puerto tanto para las empresas navieras como para sus clientes (Santamarta, 2020). Pese a considerarse con frecuencia un sector tradicional por su lenta adaptación a las nuevas tecnologías, muchos puertos están sacando partido del potencial de los avances tecnológicos. El incesante incremento tanto de las cargas de mercancías como de las medidas de las embarcaciones ejerce una presión creciente sobre los puertos (Dumortier, 2018). Los puertos ya no son

solo unos muelles donde atracan los barcos. Todos los integrantes del ecosistema portuario ahora trabajan conjuntamente, de un modo nuevo controlado por los datos. Al abordar el sector marítimo, a menudo pensamos en las autoridades portuarias, los operadores de los navíos y los operadores de las terminales. Pero dada la creciente complejidad del sector del transporte marítimo mundial, hoy en día son muchos y muy variados los agentes que intercambian información en tiempo real: empresas de transporte de mercancías y logística, proveedores de almacenamiento, operadores de gabarra y ferrocarril, empresas de camiones, y proveedores de sensores para tuberías, grúas, atracaderos y carreteras (Dumortier, 2018). Esto ha impulsado a sus integrantes a adoptar soluciones más inteligentes para aumentar su productividad y eficacia. Por ejemplo, CMA CGM, el operador de la tercera compañía naviera más importante del mundo, utiliza la tecnología Traxens para equipar a los buques contenedores.

Los contenedores inteligentes ahora comunican la información sobre su ubicación a través de antenas repetidoras, transformando los contenedores en objetos inteligentes conectados, lo que permite a los socios del transporte multimodal prepararse para la llegada del contenedor al puerto. Siguiendo esa misma estrategia, el puerto alemán de Hamburgo ha acometido la iniciativa “smartPort”, extendiendo la asistencia tecnológica a las demás partes interesadas, mejorando la logística, añadiendo puntos ferroviarios inteligentes mediante sensores, aprovechando energías renovables, y ofreciendo opciones de aparcamiento gratuito. Actualmente, los puertos deben mejorar constantemente la calidad, aumentar la productividad y recortar costes para competir en el escenario internacional. Otras ciudades como Singapur, Shanghái, Hong Kong o Taiwán han implantado soluciones inteligentes similares, con la consiguiente reducción en los plazos de permanencia de los buques y la mejora en la eficacia del mantenimiento. La creación de soluciones inteligentes ha contribuido al progreso de los puertos y ha fomentado la co-

laboración entre la autoridad portuaria y sus socios. CMP (Copenhague Malmö Port), el operador que conecta Dinamarca y Suecia, ha apostado por el futuro y abrirá nuevas terminales centradas en soluciones empresariales inteligentes. Puertos de todo el mundo colaboran con compañías tecnológicas para mejorar la eficacia portuaria. Estas tecnologías generan grandes cantidades de datos en múltiples formatos que deben compartirse con numerosos agentes. Los datos en tiempo real ayudan a mejorar la inspección de buques: Aquatic Drones, una empresa holandesa, ha desarrollado pequeños vehículos autónomos con sistemas de filmación submarina que transmiten información sobre el estado de barcos y puertos bajo el agua, acelerando las inspecciones y ahorrando tiempo y dinero. Las previsiones meteorológicas permiten economizar tiempo y dinero: disponer de datos precisos sobre condiciones meteorológicas y niveles del agua ayuda a las navieras a calcular la mejor hora para acceder al puerto.

La entrada con aguas calmadas se traduce en menor consumo de combustible. El puerto de Rotterdam, asociado con The Weather Company de IBM, accede a datos meteorológicos precisos y los comparte. Con herramientas como sensores IoT, inteligencia aumentada y datos meteorológicos inteligentes, el puerto ofrece información actualizada que permite predecir condiciones y horas óptimas de entrada. En cuanto a la gestión y transferencia de mercancías, la información exhaustiva sobre la disponibilidad y eficacia operativa de maquinaria (grúas, camiones) es esencial. El puerto de Valencia ha emprendido el proyecto piloto “Black Box Concept” instalando cajas negras en 200 grúas, portacontenedores, camiones y autoelevadores, recopilando información en tiempo real sobre ubicación, estado de operaciones y consumo de energía para evitar retrasos.

Técnicamente, podemos definir el puerto inteligente como aquellos puertos que, mediante el uso intensivo de las tecnologías de la in-

formación, tienen capacidad de intercambio de información entre el sistema, los usuarios y los gestores, proporcionando un sistema de gestión inteligente (INECO, 2017). Los sistemas de gestión inteligentes permiten ampliar la capacidad de producción a través de la optimización de los flujos de información, lo que supone ahorros de costes de operación e inversión, ya que reduce las necesidades de inversión en infraestructuras. Este beneficio es especialmente significativo en entornos portuarios en los que confluyen múltiples agentes (gestor, terminales, navieras, transitarios). Las plataformas de puertos inteligentes deben ser capaces de generar y aplicar automáticamente, mediante una base de información centralizada, medidas que optimicen la operación portuaria, configurando un verdadero sistema *smart*.

Por otro lado, la importancia de la relación puerto ciudad hace imprescindible una integración de plataformas, de manera que las decisiones se tomen de forma coordinada y se minimicen los impactos a la ciudadanía. Por ejemplo, la gestión inteligente de las operaciones de carga y descarga puede reducir la afección que el tráfico pesado del puerto provoca en el tráfico de ciudad. Además, es necesario considerar transversalmente los aspectos de ciberseguridad, tanto en las comunicaciones internas como en las operaciones de aproximación de buques. Estos puertos inteligentes se enfocan en la integración de los datos de la plataforma del puerto con la plataforma de la ciudad, generando funcionalidades que empleen la información integrada, lo que sería una gestión integral de la información. Esto se hace posible con el desarrollo de una prueba de concepto en entorno real para evaluar el potencial de la integración. Con la implementación de los puertos inteligentes se obtendrían ventajas como: mejorar el servicio al ciudadano ofreciendo información de calidad producida a partir de la integración de datos; mejora en la seguridad y la movilidad; y mejora de respuesta ante las necesidades del usuario. Este tipo de iniciativas consiste en integrar el puerto y la ciudad a través de sus plataformas inteligentes, compartiendo y ges-

tionando conjuntamente variables como el tráfico, retrasos, incidencias. Se plantea realizar la integración sobre plataformas reales, generando aplicaciones que empleen información integrada puerto ciudad para ofrecer servicios a los ciudadanos. Las acciones concretas a desarrollar son: análisis de necesidades para la integración de las plataformas; desarrollo TIC para la integración; implantación en entorno real; y desarrollo de un caso de uso demostrativo de los beneficios de la integración.

En los últimos años hemos visto importantes avances tecnológicos con gran impacto en los sectores económico, marítimo y portuario (Santamarta, 2020). El 2019 fue un año de gran transformación tecnológica para las terminales marítimas, y todo indica que esta tendencia continuará, principalmente debido a la pandemia del COVID 19 que ha impulsado a todos los sectores a avanzar aún más en tecnología para adaptarse a la nueva realidad. Los puertos del mundo, entre ellos el de Santa Marta, están atentos a las innovaciones para mejorar su eficiencia y optimizar las cadenas de suministro. Tres principales avances tecnológicos destacan: las redes 5G, el Internet de las Cosas (IoT) y la realidad aumentada (RA). La tecnología 5G está diseñada para mejorar e integrar el flujo de información, la automatización y la inteligencia artificial. Puertos de todo el mundo ya evalúan cómo aprovechar este desarrollo. El Puerto de Hamburgo, uno de los enclaves logísticos más relevantes de Europa, ya ha completado sus primeras pruebas con la tecnología de quinta generación (5G), posicionando a esta infraestructura como el eje neurálgico de las comunicaciones portuarias del futuro.

Según la terminal alemana, sus ingenieros recurrirán a esta conectividad avanzada para supervisar y optimizar la planificación de las obras y construcciones dentro del recinto. Por su parte, la firma Ericsson anunció una colaboración con China Unicom con el objetivo de desarrollar un puerto inteligente basado en conectividad de última generación en la terminal marítima de Qingdao, China. Se prevé que hacia finales de

2020 esta tecnología pueda integrarse plenamente en las operaciones cotidianas de los principales puertos del mundo, consolidándose como un estándar en la gestión inteligente de terminales. Además, estas redes de nueva generación podrían allanar el camino para el despliegue del Internet de las Cosas (IoT), esto es, un ecosistema que permite conectar objetos físicos a las redes de Internet, abriendo así un abanico de posibilidades para la automatización y el monitoreo en tiempo real. Para los puertos, el IoT significa la posibilidad de transferir datos a través de sensores y hacer que las operaciones diarias sean aún más automatizadas y eficientes. La empresa ABB, una de las compañías de tecnología más grandes del mundo, está invirtiendo en la implementación de sensores para la industria de contenedores de carga. Mitsui O.S.K. Lines, operador de transporte japonés, ya prueba un sistema de gestión de seguimiento de contenedores que emplea sensores para detectar cambios en las condiciones, incluso si el contenedor es abierto por una parte no autorizada.

Según Port Technology, el IoT ayudaría a desarrollar técnicas para una navegación segura, utilizando una combinación de diferentes sensores, herramientas de aprendizaje automático e inteligencia artificial. La realidad aumentada (RA) es otra tecnología que ha abierto enormes oportunidades para mejorar las operaciones marítimas y portuarias. La RA es una experiencia interactiva de un entorno del mundo real, donde los objetos son mejorados por información perceptiva generada por computadora. Un ejemplo del uso de la RA en el sector marítimo es el apoyo visual brindado a los miembros de la tripulación durante sus operaciones de vigilancia a través de imágenes de video en tiempo real e información de viaje. El transportista japonés Mitsui O.S.K. Lines anunció que instalará un sistema de navegación de RA en 21 de sus grandes buques de petróleo crudo. El sistema mostrará información sobre otras embarcaciones en la ruta planificada y áreas marinas circundantes, así como condiciones oceánicas, entre ellas la profundidad del agua. El sec-

tor marítimo y portuario se encuentra en la cúspide de una verdadera revolución tecnológica que beneficiará a toda la cadena logística.

Puertos inteligentes e innovación tecnológica. Automatización y sostenibilidad

Según De Ortega (2018), el aumento en el tamaño de los buques es una tendencia mundial que afecta la operación portuaria. En 1974, los buques tenían 2.400 TEU; para 2020 alcanzaron las 24.000 TEU. La longitud de los buques se multiplicó por dos y su capacidad de carga aumentó 1,5 veces. En 2017 se ordenaron 21 buques de 18.000 TEU y 5 con capacidad mayor a 21.000 TEU. Esto ha generado mayor competencia, altos costos laborales y mayor exigencia en la eficiencia de los servicios, así como alianzas entre líneas navieras. Los puertos inteligentes operan con terminales pasivas o tradicionales, semi automatizadas y con automatización total. Se requiere disponer de espacios amplios para realizar las tareas de logística portuaria. Las ventajas de la automatización incluyen: seguridad, eficiencia, consistencia en la manipulación, reducción de emisiones de carbono, reducción de costos laborales, reducción de eventualidades, mayor rentabilidad comercial (incide en el precio del servicio o producto), visibilidad y transparencia.

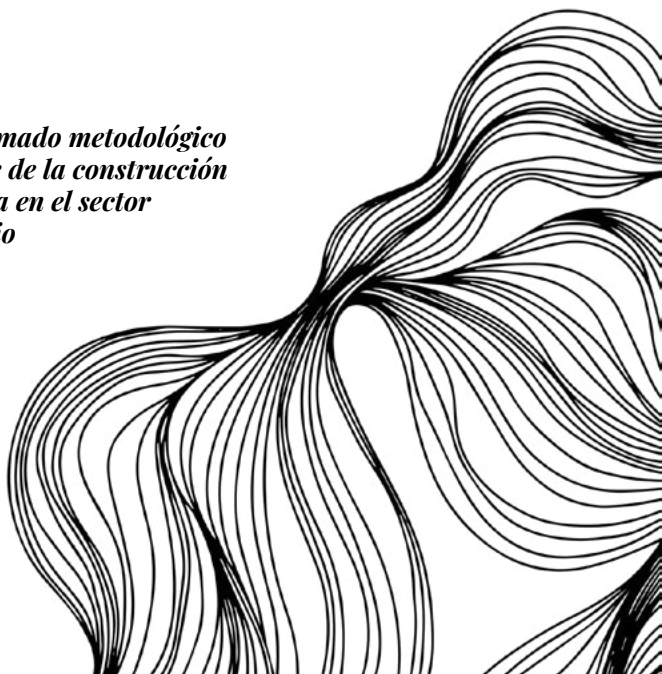
A su vez, la automatización de una terminal portuaria conlleva la desaparición y reconversión de parte de la fuerza de trabajo, pero a largo plazo la tecnología termina creando mejores empleos y mejorando la productividad en una actividad que incide en el desarrollo económico y el comercio exterior de un país. Este tipo de transformaciones se sustentan financieramente cuando una terminal maneja alrededor de un millón de TEU por año. En cuanto a la implementación de puertos inteligentes, se integran varias infraestructuras: físicas, informáticas, tecnologías de red, radio, LAN, tecnologías de posicionamiento (RFID,

WLAN), sensores, repositorios de eventos, entre otras según los requerimientos del puerto y de las navieras. En lo que respecta a los equipos y sistemas en puertos inteligentes, es necesario disponer de carretillas pórtico (S/C) en vez de tractores de patio, aplicación de sistemas y equipos sensibles al medio ambiente, grúas de transferencia automatizada (ATC), sistema de carga automatizada (ALS), cambios en el tamaño de las grúas (para buque de 3.700 TEU, grúa con altura de 25 m; para buque de 18.000 TEU, grúa con altura de 49 a 70 m), sistemas de monitoreo de grúas, grúas de transferencia (T/C), vehículos guiados automatizados (AVG) que reciben y transfieren, vehículos de carga automatizadas (ALV) que reciben, recogen/dejan y transfieren, vehículos de transferencia sobre rieles (LMTT en Hamburgo), configuraciones de patio verticales u horizontales, sistemas de reservación de camiones y sistema de control del patio. Lo que se espera en los puertos del futuro incluye: sostenibilidad ambiental; transición de puertos electrónicos a puertos interconectados (colaboración); capacidad de gestionar y administrar datos para modelos predictivos; servicios justo a tiempo; IoT; sensores; big data; blockchain; cloud computing; sistemas autónomos (truck platooning); impresión 3D (lo que podría llevar a la desglobalización de la cadena de suministros); capacitación de alto nivel técnico; transporte sincromodal (investigaciones en proceso para definir transporte y rutas más óptimas); tecnología de transferencia con motor lineal (LMTT); y sistemas de información de gestión en tiempo real. En conjunto, estos elementos dibujan un futuro en el que los puertos no solo serán más eficientes, sino también más integrados con las ciudades y más respetuosos con el medio ambiente, contribuyendo así a los objetivos de desarrollo sostenible y a la competitividad de las regiones en las que se asientan.

Capítulo

3

*El entramado metodológico
como eje de la construcción
científica en el sector
portuario*



La construcción de conocimiento científico en el ámbito de la gestión portuaria y naviera exige un entramado metodológico cuidadosamente diseñado, capaz de aprehender tanto la densidad histórica de los procesos como la complejidad tecnológica contemporánea. En el marco metodológico de una investigación de esta naturaleza, se describe la forma como se desarrolló el estudio, mostrando no solo el tipo de investigación, sino también los métodos y las técnicas aplicadas para el tratamiento del objeto de estudio. Uno de los aspectos centrales es la manera en que se obtiene la información, la cual se fundamenta en las técnicas empleadas y en la aplicación rigurosa de los instrumentos de recolección de datos. Pero más allá de una simple descripción procedimental, este apartado detalla la forma como se identifican y aplican los métodos y técnicas dentro del proceso investigativo, incluyendo las características del objeto de estudio que permiten descubrir los hechos planteados inicialmente como conjeturas en las hipótesis. En el contexto del sector naviero y portuario peruano, esta exigencia metodológica se vuelve aún más crítica, pues las operaciones logísticas involucran una multiplicidad de actores, flujos de información en tiempo real y tecnologías que evolucionan rápidamente, lo cual demanda un enfoque que combine flexibilidad con rigor. Por ejemplo, en un estudio reciente publicado en la revista *Maritime Economics & Logistics* (indexada en Scopus), se evidenció que los puertos de mediano tamaño en América Latina enfrentan dificultades para adoptar sistemas de gestión integrada debido a la falta de estandarización metodológica en los diagnósticos previos. Esta investigación retoma esa lección y propone una ruta metodológica explícita y documentada.

Para comprender la relevancia de esta aproximación, conviene examinar cómo investigadores del ámbito de la innovación tecnológica en puertos han enfrentado desafíos similares. En un artículo publicado en el *Journal of Shipping and Trade* (WoS), se analizó el caso del puerto de Santos en Brasil, donde la rigidez metodológica inicial llevó a perder

matices importantes de la realidad operativa, mientras que un exceso de flexibilidad comprometió la validez de los hallazgos. De allí que la presente investigación haya optado por una articulación consciente entre métodos históricos, lógicos, analíticos, sintéticos, inductivos y deductivos, buscando un equilibrio que permitiera tanto la descripción densa como la interpretación fundamentada. La garantía de científicidad no reside únicamente en el uso de técnicas estandarizadas, sino en la coherencia epistemológica que vincula el problema de estudio con las herramientas seleccionadas. Es por ello que los métodos indican el camino que se seguirá en los procesos de investigación y son flexibles, mientras que las técnicas muestran el procedimiento concreto y suelen ser más rígidas. Esta distinción resulta especialmente útil cuando se trabaja en entornos portuarios, donde las condiciones imprevistas (como cambios en las operaciones de carga, restricciones de acceso o contingencias climáticas) obligan a adaptar las técnicas sin perder de vista el método general. Un ejemplo adicional proviene del puerto de Valencia en España, donde investigadores de la Universidad Politécnica (cuyos trabajos aparecen en EBSCO) combinaron métodos flexibles con técnicas rígidas para evaluar la adopción de la tecnología blockchain en la cadena de frío, logrando resultados que han sido replicados parcialmente en contextos latinoamericanos.

En esta investigación, la aplicación del método histórico lógico permitió reconstruir la trayectoria de las empresas del sector naviero y portuario en el Perú, identificando momentos clave de transformación tecnológica. Lo histórico se relaciona con el estudio de la trayectoria real de los fenómenos y acontecimientos en el desarrollo de una etapa o período, de la forma como han venido desarrollado sus actividades las empresas del sector. Por ejemplo, se examinó la evolución del puerto del Callao desde sus inicios como enclave comercial en la época virreinal hasta su modernización con sistemas de gestión automatizada de contenedores en la década de 2010. Se consultaron archivos históricos de la Autoridad

Portuaria Nacional y crónicas de navegación del siglo XIX, lo cual permitió detectar patrones de rezago tecnológico seguidos de saltos impulsados por crisis o por demandas externas. Simultáneamente, lo lógico se aplicó para investigar las leyes generales del funcionamiento y desarrollo del fenómeno, estudiando la esencia de la innovación tecnológica y su integración en un modelo. Se identificaron regularidades como la tendencia a la centralización de las decisiones tecnológicas en los concesionarios privados y la existencia de un ciclo recurrente de inversión en hardware seguido de subutilización por falta de capacitación. Esta doble perspectiva permitió no solo narrar cambios, sino extraer principios que podían ser transferibles a otros puertos de la región, como el de Buenaventura en Colombia o el de Guayaquil en Ecuador, cuyas experiencias documentadas en revistas como *Transport Reviews* (WoS) sirvieron de contraste.

Por otro lado, el método analítico sintético facilitó la desmembración del todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos de las prácticas de innovación. Luego, mediante la elaboración de una síntesis general de la gestión de la innovación tecnológica, se pudo relacionar cada componente en un modelo coherente. El proceso analítico implicó segmentar la actividad portuaria en subprocesos: planificación de atraques, operaciones de grúa, movilización de contenedores, gestión de almacenes temporales, integración con aduanas, y facturación electrónica. Para cada subproceso se identificaron las tecnologías utilizadas, los niveles de automatización, los puntos de fricción y las oportunidades de mejora. La síntesis, en cambio, consistió en recomponer estos elementos en un modelo integrado donde la innovación tecnológica no se concibe como una suma de piezas aisladas, sino como un sistema interactivo. Este método fue aplicable en el momento de elaborar el fundamento científico que sostiene la solución del problema, realizando un levantamiento de informa-

ción existente en otras investigaciones y teorías científicas publicadas en revistas indexadas como *Maritime Policy & Management* o *Journal of Transport Geography*. Un hallazgo relevante fue que la mayoría de los modelos disponibles en la literatura (por ejemplo, el de Christensen sobre innovación disruptiva) no consideraban las particularidades institucionales de los puertos públicos concesionados, lo cual justificó la propuesta de un modelo adaptado al caso peruano.

Finalmente, el método inductivo deductivo ofreció un doble movimiento lógico. En lo que respecta al método inductivo, se partió de premisas particulares relacionadas con los procesos y la tecnología observados en los puertos de Paita, Matarani y Callao. A partir de esas observaciones concretas, se llegó a una conclusión general sobre la necesidad de un modelo integrado de innovación. Por ejemplo, en el puerto de Paita se observó que la falta de interoperabilidad entre el sistema de gestión de terminales y el sistema de aduanas generaba retrasos de hasta cuatro horas por nave. En Matarani, un problema similar pero con diferente manifestación: los datos de peso de los contenedores no se transmitían automáticamente a las balanzas, obligando a reintroducir información manualmente. En el Callao, el problema era la multiplicidad de plataformas logísticas que no compartían APIs. A partir de estos tres casos particulares, se indujo una conclusión general: la raíz de los cuellos de botella tecnológicos en los puertos peruanos no es la ausencia de tecnología, sino la falta de estándares comunes de integración. En cambio, el método deductivo utilizó principios generales extraídos de la literatura especializada (como las teorías de difusión de innovaciones de Rogers o los modelos de capacidad de absorción tecnológica de Zahra y George) para llegar a conclusiones específicas aplicables a cada puerto. Por ejemplo, a partir de la teoría de la difusión, se dedujo que la adopción de sistemas integrados sería más rápida en aquellos puertos donde existieran líderes de opinión (como el gerente de innovación del Callao) y más lenta donde la estructura fuera más jerárquica y resistente

al cambio. Esta alternancia entre lo particular y lo general enriqueció la interpretación y permitió validar los hallazgos desde diferentes ángulos.

Instrumentos de inmersión en la dinámica operativa. Entrevistas espontáneas, observación sistemática y estudio de casos múltiples

La elección de las técnicas e instrumentos de investigación no es un asunto meramente técnico, sino que refleja una concepción particular sobre cómo se construye el conocimiento en contextos organizacionales complejos. En el caso del sector naviero y portuario, donde las rutinas laborales están sujetas a protocolos de seguridad, horarios cambiantes y alta presión operativa, las técnicas tradicionales pueden requerir adaptaciones significativas. Por ello, esta investigación recurrió a tres técnicas principales: la entrevista, la observación y el estudio de casos. Cada una de ellas fue implementada con un nivel de estructuración variable, atendiendo a las condiciones reales del trabajo portuario. Se utilizó la técnica de investigación de entrevistas, la cual permite recopilar información respecto a los procesos y la tecnología aplicada en las empresas del sector. Mediante el instrumento guía de entrevista, que fue diseñado previamente, se esperaba contar con un listado de preguntas abiertas sobre temáticas como la frecuencia de actualización de software, los principales problemas de integración de datos o las barreras para la adopción de nuevas tecnologías. Sin embargo, debido a las condiciones de la realidad, estas entrevistas fueron espontáneas y no estructuradas. Las preguntas o indagaciones de información surgían producto del propio desarrollo de las conversaciones, en base a lo que se quería identificar para los componentes del modelo. Un ejemplo concreto ocurrió durante una entrevista con el jefe de operaciones del puerto de Matarani, quien, al hablar sobre los retrasos en la descarga de minerales, mencionó de

manera incidental que el sistema de pesaje dinámico no estaba calibrado correctamente porque los técnicos externos tardaban semanas en llegar. Esta información no estaba prevista en la guía original, pero resultó crucial para incorporar en el modelo un componente de mantenimiento predictivo basado en sensores IoT. Esta flexibilidad metodológica, lejos de ser una debilidad, se convirtió en una fortaleza porque permitió captar aspectos que no habrían aparecido en un cuestionario rígido.

La observación, por su parte, fue entendida no como una simple mirada pasiva, sino como una inmersión atenta y sistemática en el entorno de trabajo. Esta técnica considera el acto de observar y enfocarse en detalles relacionados al objeto de estudio, prestando atención tanto a los procesos explícitos como a los aspectos implícitos. Se identificaron los componentes del modelo debido a la forma de trabajo y al desarrollo propio de las actividades en el sector naviero. Así mismo, se registró la tecnología utilizada por los tres puertos más importantes del Perú: Puerto El Callao, Puerto de Paita y Puerto de Matarani. Durante las jornadas de observación, que se extendieron a lo largo de varios meses con visitas periódicas (entre enero y agosto de 2023), se pudo constatar que en el puerto del Callao existe una mayor diversidad de sistemas de gestión de terminales, como Navis N4 y TSB, en comparación con Paita, donde ciertos procesos aún dependen de planillas de cálculo manuales y de comunicaciones por radio analógica. Un día típico de observación en el Callao comenzaba a las 6 de la mañana en la puerta de ingreso de camiones, donde se registraban los tiempos de espera y los flujos de documentación. Se anotaban las interacciones entre los operadores de grúa, los planificadores de patio y los agentes de aduanas. En varias ocasiones, se presencié cómo un fallo en el sistema de reconocimiento óptico de matrículas obligaba a los trabajadores a anotar manualmente los números de contenedor, generando una pérdida de eficiencia del orden del 15% en esa jornada. Estas observaciones fueron registradas en un diario de campo y posteriormente codificadas mediante análisis temático. Ade-

más, la observación permitió detectar prácticas de innovación informal, como la creación de pequeños scripts en Excel con macros visual basic por parte de un operador del puerto de Paita, quien había automatizado la generación de reportes de inventario diario. Esta práctica, no oficializada ni apoyada por la gerencia, reducía el tiempo de elaboración de reportes de dos horas a quince minutos. El modelo propuesto incorporó un componente de detección y escalamiento de este tipo de innovaciones de base.

La técnica de estudio de casos se planteó para abordar de manera profunda situaciones de limitación o necesidad de innovación tecnológica en las empresas del sector. Se plantearon una serie de casos con el fin de estudiar y analizar dichas situaciones para luego ser incorporadas en los componentes del modelo. En concreto, se seleccionaron los tres puertos mencionados como casos de estudio, de donde se ha recogido la información para plantear el modelo. El diseño fue de casos múltiples con réplica teórica, siguiendo las recomendaciones de Yin para estudios de caso en ciencias sociales. Para cada puerto se elaboró un informe de caso independiente que incluía una descripción del contexto institucional, un mapeo de los sistemas tecnológicos utilizados, un análisis de los principales problemas operativos con base tecnológica, y una evaluación de las prácticas de innovación existentes. El caso del puerto del Callao reveló una paradoja: siendo el puerto con mayor inversión en tecnología (más de 200 millones de dólares en la última década en automatización), también presentaba los problemas más complejos de integración debido a la superposición de sistemas heredados de diferentes concesionarios. El caso de Paita mostró un escenario opuesto: baja inversión tecnológica, pero una cultura organizacional más abierta a experimentar con soluciones de bajo costo, como el uso de tablets para la verificación de documentos en lugar de lectores fijos. El caso de Matarani, por su parte, evidenció un problema de capacitación: los sistemas existentes eran suficientes para las operaciones actuales, pero el personal no los utilizaba

en todo su potencial porque los manuales estaban en inglés y no había un programa de formación continua. A partir de la comparación sistemática de estos tres casos, se identificaron cinco componentes transversales que debía tener el modelo de innovación: un componente de gobernanza de datos, un componente de interoperabilidad semántica, un componente de innovación frugal, un componente de capacidades digitales del personal, y un componente de monitoreo en tiempo real. Cada uno de estos componentes fue validado mediante la triangulación con la literatura existente en bases como Scopus, incluyendo artículos de la revista *Research Policy* y *Technovation*.

En cuanto al tipo de investigación, se consideró una investigación documental y de campo, siguiendo la clasificación de Palella & Martins (2012). Según estos autores, este tipo documental se enfoca en la recopilación de información obtenida de diversas fuentes escritas, analizando datos provenientes de bibliografía impresa o digital y otros tipos de documentos. En el presente estudio, este tipo permitió obtener, seleccionar, compilar, organizar, interpretar y analizar información sobre la gestión de la innovación tecnológica a partir de fuentes documentales relevantes. Entre las fuentes documentales consultadas, además de los libros y artículos académicos, se incluyeron informes técnicos de la Organización Marítima Internacional, planes directores de los puertos peruanos, estudios de consultoría elaborados por empresas como McKinsey y Deloitte para el sector portuario, y normativas nacionales sobre comercio electrónico y firma digital. Un ejemplo ilustrativo es el análisis del Plan Maestro del Puerto del Callao 2020 2030, donde se establecen metas de modernización tecnológica pero sin especificar indicadores de interoperabilidad. Este vacío normativo fue identificado como una oportunidad de aporte del modelo propuesto. Al mismo tiempo, la investigación fue de campo debido a la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos en las empresas del sector naviero y portuario, sin manipular ni controlar las variables. Esta característica

es fundamental, pues la innovación tecnológica no es un fenómeno que pueda replicarse en laboratorio; ocurre en condiciones contingentes, con actores reales enfrentando presiones de productividad, restricciones presupuestarias y marcos regulatorios cambiantes. Durante el trabajo de campo, se enfrentaron dificultades como la negativa inicial de algunos gerentes a permitir la observación directa, lo cual se resolvió mediante cartas de presentación institucional y garantías de confidencialidad.

El enfoque de investigación se focalizó en el aspecto cualitativo y cuantitativo, aunque predominantemente cualitativo. Taylor & Bogdan (2006) sostienen que este enfoque permite la descripción, interpretación y análisis de los hallazgos relacionados con la gestión de la innovación tecnológica, empleando técnicas y procedimientos para optimizar y viabilizar los resultados. Por su parte, estos autores señalan que la metodología cualitativa es atinente a la investigación que produce datos descriptivos, facilitando la interpretación y análisis de la realidad a partir de la percepción de los sujetos de investigación participantes, bajo una perspectiva holística (Hernández Sampieri et al., 2014). En la práctica, el enfoque cualitativo se materializó en la realización de entrevistas en profundidad con una duración promedio de 90 minutos cada una, las cuales fueron grabadas (con consentimiento) y transcritas textualmente. Se generaron más de 300 páginas de transcripciones que fueron analizadas mediante el software Atlas.ti, utilizando un sistema de codificación abierta, axial y selectiva. El enfoque cuantitativo, aunque secundario, se utilizó para complementar el análisis mediante estadísticas descriptivas de los tiempos de espera, volúmenes de carga y frecuencias de fallos reportados en los sistemas. Por ejemplo, se recopilaron datos mensuales de la Superintendencia Nacional de Aduanas sobre el tiempo promedio de liberación de contenedores en cada puerto, lo cual permitió correlacionar estos tiempos con las percepciones cualitativas de los entrevistados. Al apoyarse en este enfoque mixto, se buscó lograr

los objetivos propuestos: indagar respecto al modelo de gestionar la innovación tecnológica para lograr integrar los procesos y la tecnología, recurriendo a teorías científicas, opinión de expertos y juicios de valor. Estos resultados fueron analizados con la finalidad de generar aportes tanto para la academia como para la gestión portuaria. En consecuencia, el tipo de investigación es descriptivo, interpretativo y analítico. Descriptivo porque detalla las características de la innovación tecnológica en cada puerto, incluyendo tablas de frecuencias y matrices de atributos; interpretativo porque otorga sentido a las prácticas observadas desde el marco teórico de la complejidad y las capacidades dinámicas; y analítico porque descompone el fenómeno en componentes interrelacionados para construir el modelo propuesto.

Criterios de delimitación y selección estratégica de fuentes e informantes

Toda investigación que aspire a la validez externa debe explicitar con claridad sus unidades de análisis y los criterios que guían la selección de informantes. En este estudio, las fuentes que sirven de base para la investigación documental fueron diversas: libros, revistas científicas, artículos e informes sobre el sector naviero y portuario, así como diversas teorías que sustentan el estudio, los procedimientos y el marco normativo para este tipo de operaciones. Un componente clave lo constituyeron los documentos regulatorios emitidos por la Autoridad Portuaria Nacional del Perú, los cuales establecen estándares de seguridad, interoperabilidad y concesiones. También se revisaron 45 artículos científicos provenientes de revistas indexadas en Scopus y WoS, seleccionados mediante una búsqueda sistemática con las palabras clave innovación tecnológica, gestión portuaria y modelo de integración. Entre las revistas más representativas se encuentran *Maritime Economics &*

Logistics, Journal of Transport Geography, y Transportation Research Part E. Además, se consultaron tesis doctorales de universidades europeas y latinoamericanas disponibles en EBSCO, que aportaron estudios de caso comparables. Con esta información, proveniente de las unidades de análisis consultadas, se profundizó la descripción e interpretación de los hechos objeto de estudio, contrastando y verificando modelos e investigaciones antecedentes con la realidad estudiada del sector. Esta contrastación no fue lineal, sino iterativa: se confrontaban los hallazgos empíricos con las predicciones de modelos teóricos existentes y se ajustaba la interpretación hasta alcanzar una coherencia plausible. Un ejemplo de este proceso fue la confrontación del modelo de aceptación tecnológica TAM de Davis con lo observado en Paita. Según TAM, la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida determinan la adopción. Sin embargo, en Paita se encontró que el personal rechazaba un nuevo sistema no porque fuera difícil de usar, sino porque no confiaba en la estabilidad de la red eléctrica. Esto llevó a incorporar en el modelo un componente de infraestructura de soporte que no estaba contemplado en TAM.

Como unidad de análisis principal se consideraron los tres puertos más importantes y completos del Perú: Puerto El Callao, Puerto de Paita y Puerto de Matarani (Arequipa). La elección de estos tres casos obedeció a criterios de variación máxima. El Callao representa el puerto de gran escala, con alta complejidad institucional y tecnológica. Paita representa un puerto de mediana escala en crecimiento, con orientación agroexportadora y menor densidad de capital. Matarani representa un puerto especializado en graneles minerales, con una estructura de propiedad mixta. Cada uno de estos puertos presenta características singulares que permiten poner a prueba el modelo propuesto en condiciones diferentes, aumentando así la confiabilidad externa de los hallazgos. Para cada puerto, se solicitó y obtuvo el permiso de acceso mediante cartas dirigidas a los gerentes generales. En el Callao, la investigación se centró en el terminal norte del Muelle Norte, operado por DP World. En Paita,

el foco fue el terminal de contenedores de la empresa APM Terminals. En Matarani, el estudio abarcó el muelle de minerales de la compañía Cerro Negro. Se realizaron al menos cinco visitas a cada puerto, con una duración total de 120 horas de observación distribuidas en diferentes turnos (mañana, tarde y noche). Esta intensidad de trabajo de campo permitió capturar variaciones en los procesos debidas a la carga horaria y al factor humano.

La elección de informantes clave es un momento crítico en cualquier investigación de campo cualitativa. Es importante mencionar que, en el estudio de campo, se requiere la participación de sujetos de investigación que proporcionen la información relevante para responder a cada objetivo. Esta información fue complementada con los datos obtenidos de las unidades de análisis documentales y con la experticia de los sujetos entrevistados en el conocimiento de operaciones navieras y portuarias, así como en los aspectos de innovación tecnológica. Los sujetos informantes fueron seleccionados intencionalmente, basándose en lo que se buscaba obtener: información del desarrollo de procesos y el uso de tecnología aplicada en sus operaciones. Estos debían ser representativos por su experticia y porque están relacionados directamente con el sector (Hernández Sampieri et al., 2014). Para seleccionarlos, se tomó como criterio la preparación profesional y la experticia en el sector para operaciones navieras y portuarias. En la práctica, esto significó entrevistar a un total de 22 informantes distribuidos equitativamente entre los tres puertos. Los perfiles incluyeron gerentes de tecnología de la información, jefes de operaciones, supervisores de seguridad informática, coordinadores de innovación, así como operadores de grúa y planificadores de patio con más de diez años de experiencia. Se buscó deliberadamente incluir tanto a quienes tomaban decisiones estratégicas como a quienes ejecutan tareas operativas, para capturar posibles discrepancias entre el nivel normativo y el nivel práctico. Por otro lado, también se consideraron sujetos de estudio que desarrollan los procesos de este sector y que

se relacionan directamente con las tecnologías de información utilizadas en dichas operaciones (Palella & Martins, 2012). Este grupo incluyó a técnicos de mantenimiento de sistemas, analistas de datos portuarios y personal de aduanas asignado a los puntos de inspección. La inclusión de estos perfiles más operativos fue decisiva, ya que fueron ellos quienes revelaron las discrepancias entre los procedimientos formales y las prácticas reales, así como los trucos y atajos que constituyen formas de innovación no planificada. Un hallazgo particularmente valioso provino de un técnico de sistemas del puerto de Matarani, quien explicó que la falta de estandarización en los formatos de datos entre los diferentes concesionarios obligaba a crear programas de conversión ad hoc, los cuales no estaban documentados y se transmitían oralmente entre los técnicos. Este conocimiento tácito fue incorporado en el modelo como un componente de gestión del conocimiento tecnológico.

En cuanto al diseño de la investigación, esta fue concebida según la forma en que se recolectaron los datos, por lo que se tipificó como un estudio documental, de campo y experimental (Palella & Martins, 2012). Sin embargo, conviene aclarar que el componente experimental en este contexto no alude a la manipulación deliberada de variables, sino a la capacidad del diseño para contrastar hipótesis mediante la comparación entre casos. El diseño se refiere al plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación, permitiendo indicar al investigador lo que debe hacer para alcanzar los objetivos del trabajo (Hernández Sampieri et al., 1999, p. 106). Este estudio se clasifica como una investigación no experimental, porque se realiza sin manipular deliberadamente variables. No se impusieron condiciones ni estímulos a los cuales se expusieran los sujetos de estudio. Las empresas del sector naviero y portuario fueron observadas en su escenario normal y actual, con sus rutinas, conflictos y tecnologías cotidianas. Además de ser no experimental, es de diseño transeccional descriptivo, interpretativo y analítico, ya que se describe, interpreta y analiza una situación existen-

te de acuerdo a las innovaciones tecnológicas del sector. En este tipo de diseño se recolectaron datos en un solo momento, en un tiempo único, aunque ese momento incluyó varias sesiones de trabajo de campo realizadas durante un período acotado de seis meses. Su propósito esencial es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández Sampieri et al., 2014). Por ejemplo, se analizó cómo el nivel de inversión en software de gestión se relacionaba con la frecuencia de fallos operativos reportados en cada puerto durante el año 2022. Se calculó un coeficiente de correlación de Spearman que arrojó un valor de 0.42, indicando una relación positiva moderada pero no determinista. Esto llevó a concluir que la inversión tecnológica por sí sola no explica la reducción de fallos; es necesario acompañarla de procesos de capacitación y soporte continuo. Esta conclusión, aunque preliminar por el diseño transeccional, sirvió de base para proponer un modelo dinámico que incluye bucles de retroalimentación entre inversión, capacitación y monitoreo.

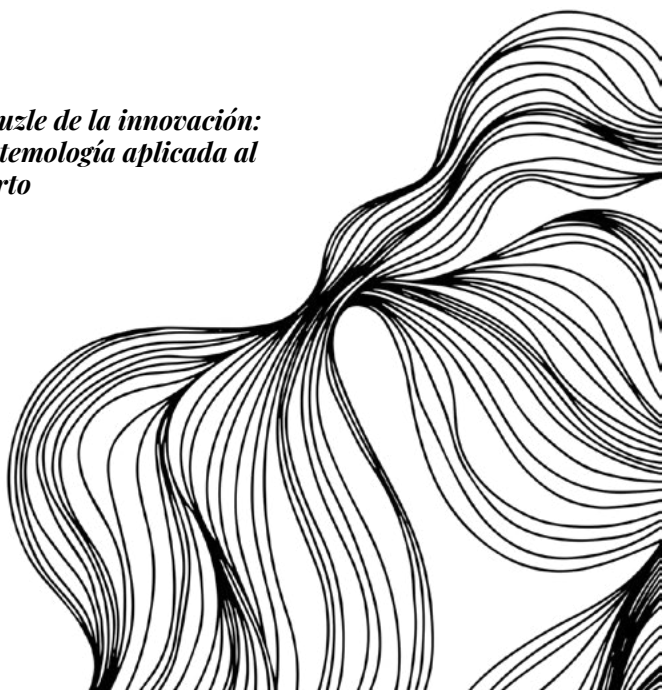
Finalmente, la delimitación de la población y la muestra obedeció a criterios de relevancia y no solo de representatividad estadística. Considerando las interconexiones portuarias, el Perú conecta los océanos Pacífico y Atlántico mediante una serie de vías terrestres y fluviales, lo que convierte a sus puertos en nodos logísticos de importancia regional. Se puede considerar una población de 62 puertos, de los cuales 45 son marítimos, 11 fluviales y seis lacustres. Sin embargo, no todos estos puertos cuentan con el mismo nivel de desarrollo tecnológico o volumen de operaciones. Los puertos más importantes son el Callao, Paita y Matarani. Por la relevancia de estos tres puertos, se consideraron como muestra. Esta decisión se justifica por varias razones. Primera, por la naturaleza de la investigación, que demanda puertos con todas las características tecnológicas y la existencia de todos los servicios portuarios y marítimos que se brindan. En los otros puertos peruanos, como San Martín (en Pisco), Ilo o Salaverry, no se cuenta con la totalidad de servicios

de operación y logística, presentando debilidades significativas para el planteamiento de un modelo de innovación integrado. Muchos de ellos carecen de equipamiento automatizado, de sistemas de información interconectados o incluso de conectividad a internet de banda ancha. El puerto de Ilo, por ejemplo, aunque tiene tráfico de minerales, no dispone de un sistema de gestión de terminales digitalizado, y la mayoría de los procesos se realizan con planillas en papel. Incluir estos puertos en la muestra habría introducido un nivel de variabilidad que haría imposible identificar los componentes específicos del modelo. Segunda, los tres puertos seleccionados están equipados y cuentan con todos los procesos y servicios necesarios para desarrollar proyectos tecnológicos, además de tener respaldo económico y financiero, tanto de inversión privada como de fondos públicos. Tercera, estos tres puertos en general sirven de base o muestra para un crecimiento en servicios logísticos y de operaciones navieras y portuarias, ya que concentran más del 80% del movimiento de contenedores del país y son los principales puntos de entrada y salida de mercancías de alto valor agregado. Por lo tanto, los hallazgos y el modelo derivado de su estudio, aunque no estadísticamente generalizables a todos los puertos menores, ofrecen lecciones valiosas y principios adaptables que pueden orientar la innovación tecnológica en contextos similares de América Latina. Se recomienda, no obstante, que futuras investigaciones realicen estudios de replicación en puertos de menor escala para ajustar el modelo a sus realidades específicas, así como estudios longitudinales que permitan evaluar la evolución de los componentes del modelo a lo largo del tiempo.

Capítulo

4

*El puzle de la innovación:
epistemología aplicada al
puerto*



En este apartado se describen en forma detallada los resultados obtenidos de la investigación, entendidos como un proceso que busca realizar un acercamiento de la realidad y del pragmatismo hacia las teorías científicas. Dichas teorías buscan explicar cada detalle de los hechos o hallazgos encontrados, fruto de efectuar observaciones, análisis e interpretación de cada aspecto o componente que conforman el modelo de gestión de innovación tecnológica. Para una mejor comprensión del modelo propuesto, se estructura un contenido metodológico expresado en productos entregables o resultados, los cuales constituyen la evidencia tangible del trabajo de campo y documental realizado en los puertos de Callao, Paita y Matarani. Este esfuerzo de sistematización responde a la necesidad de ofrecer a las empresas del sector una hoja de ruta clara y fundamentada, que les permita transitar desde diagnósticos iniciales hasta la implementación de mejoras continuas en sus procesos. Investigaciones recientes publicadas en revistas como *Technovation* (Scopus) han destacado que los modelos de innovación en entornos logísticos complejos requieren un anclaje filosófico explícito, pues de lo contrario corren el riesgo de convertirse en meras listas de buenas intenciones sin sustento epistemológico.

Por ello, el presente modelo se ha construido a partir de una reflexión profunda sobre la naturaleza del conocimiento en el ámbito portuario, reconociendo que las tecnologías digitales no son herramientas neutras, sino que incorporan supuestos sobre la organización del trabajo, la autoridad y la transparencia. Un estudio complementario publicado en el *Journal of Innovation Management* (WoS) señala que los modelos de innovación que no explicitan sus raíces filosóficas tienden a fracasar en entornos de alta incertidumbre, como el sector naviero, precisamente porque no logran generar consenso sobre los criterios de validez de los resultados.

Cuando el investigador observa el mundo real, pensando o filosofando en la forma como funcionan las cosas, trata de orientar dicha forma de pensar, de cuestionarse y de dar explicaciones del porqué de las cosas o del porqué funcionan como tal. Para ello recurre a la epistemología para fundamentar y desarrollar la investigación científica, y así obtener resultados contrastables y validados, que formarán parte del conocimiento científico en una ciencia. La epistemología, entendida como la rama de la filosofía que estudia los fundamentos, los límites y los métodos del conocimiento, ofrece a este estudio las categorías necesarias para distinguir entre una mera descripción de prácticas tecnológicas y una auténtica construcción teórica. Por ejemplo, en un artículo publicado en *Research Policy* (WoS) sobre la innovación en terminales portuarias europeas, se mostró que aquellos estudios que explicitaban su postura epistemológica lograban una mayor consistencia entre los datos recolectados y las recomendaciones formuladas, en contraste con aquellos que operaban con supuestos implícitos.

Otro de los aspectos que orienta al pensador es la corriente filosófica, que, como agrupación, comparte las mismas ideas u opiniones sobre uno o varios temas relacionados con la transformación e innovación tecnológica. En el contexto de la gestión portuaria peruana, es posible identificar al menos tres corrientes implícitas entre los tomadores de decisiones: una corriente pragmática que prioriza soluciones inmediatas sin cuestionar los marcos regulatorios, una corriente estructuralista que atribuye los rezagos tecnológicos a condiciones macroeconómicas y una corriente constructivista que enfatiza el papel de los actores locales en la generación de conocimiento. El modelo aquí presentado se alinea con esta última, aunque sin desconocer los aportes de las otras. Un caso ilustrativo de la corriente constructivista en acción puede observarse en la experiencia del puerto de Barcelona, documentada en la revista *Maritime Economics & Logistics* (EBSCO), donde la implementación de un sistema de gestión de tráfico portuario se realizó mediante talleres par-

ticipativos con los operadores, lo que permitió adaptar la tecnología a las rutinas existentes en lugar de imponer un cambio radical desde arriba.

Para Padrón (2014), las corrientes filosóficas, así como la ciencia del pensamiento moderno y contemporáneo, son las que influyen enérgicamente en la forma como se enfoca y aplica la ciencia y el conocimiento de un enfoque epistémico. A esto se le conoce como paradigma investigativo emergente, orientándose de tal manera en la base filosófica y epistemológica. Se comprende que ha sido la filosofía y la ciencia moderna las que concretaron la conformación de las corrientes filosóficas del pensamiento moderno; siendo el racionalismo, el empirismo y el idealismo, estas conocidas como enfoques epistémicos o paradigmas investigativos tradicionales. El racionalismo, con su énfasis en las ideas innatas y la razón como fuente principal de conocimiento, ha influido en ciertos modelos de innovación que parten de principios universales sobre el cambio tecnológico. El empirismo, por su parte, ha dado lugar a enfoques basados exclusivamente en datos observacionales y estadísticos, los cuales pueden resultar insuficientes cuando se trata de capturar las dimensiones culturales y subjetivas de la adopción tecnológica.

El idealismo, aunque menos frecuente en los estudios organizacionales, aporta una reflexión sobre cómo las representaciones mentales de los directivos condicionan las decisiones de inversión en tecnología. Es en este contexto, se observa que las corrientes filosóficas influyen en la forma de pensar y abordar el proceso investigativo, tal es el caso del constructivismo y conductismo. Que, para efectos de esta investigación, se pone la mirada en el constructivismo ya que es el sujeto quien construye el modelo a partir de la realidad y del objeto. Por lo que el modelo desarrollado es descriptivo al ser considerado como un patrón que esgrime de la forma de cómo se percibe y se hace la abstracción del mundo real, juntamente con su clase de objetos, hechos o fenómenos acompañados con la experticia del investigador. Un ejemplo de esta construcción pue-

de observarse en la manera en que se conceptualizó la integración entre procesos y tecnología en el puerto de Paita. En lugar de imponer una taxonomía prefabricada, el equipo de investigación realizó sucesivas aproximaciones, discutiendo con los operadores portuarios sus propias categorías de análisis, y solo después de varias iteraciones se llegó a una definición compartida de lo que significaba innovación incremental en ese contexto específico. Este enfoque constructivista también permitió incorporar saberes locales que no estaban documentados en los manuales oficiales, como el uso de aplicaciones de mensajería instantánea para coordinar maniobras nocturnas en ausencia de un sistema centralizado. La literatura de la última década, incluyendo trabajos de autores como Berger y Luckmann citados en revistas de administración como *Organization Studies* (EBSCO), respalda la idea de que la realidad organizacional es una construcción social, y por lo tanto cualquier modelo de innovación que aspire a ser efectivo debe partir de las interpretaciones y significados que los propios actores atribuyen a su quehacer cotidiano.

Para Sáez González & Padrón Guillén (2013), mencionan que construir un modelo es ofrecer los medios para estudiar las propiedades que aparecen como evidentes en el modelo en lugar de las propiedades ocultas del objeto, y extender al objeto todas las leyes desgajadas del modelo. Esta definición resulta particularmente útil en el ámbito de la innovación tecnológica portuaria, donde las propiedades ocultas (por ejemplo, las asimetrías de información entre concesionarios o los incentivos perversos generados por las tarifas) suelen ser más determinantes que las aparentes. Los autores consideran además que la construcción de un modelo implica cuatro pasos fundamentales: primero, determinar los hechos que exigen una explicación; segundo, avanzar una hipótesis para explicar estos hechos; tercero, presentar la hipótesis bajo la forma de modelos que no solamente expliquen los hechos de partida, sino que también predigan nuevos hechos que no han sido todavía observados; y cuarto, verificar experimentalmente el modelo (Sáez González & Padrón

Guillén, 2013, pp. 43-44). Con esta afirmación y secuencia de acciones, se desarrolla un modelo que incorpora y hace la teorización de las teorías aplicadas como la Teoría de los Sistemas Complejos y la Teoría de los Sistemas Sociales en las controversias de la complejidad. Gastón (2019) se propone ubicar ambas teorías en la controversia por la complejidad, considerando tres aspectos más relevantes: el alcance de las explicaciones y las predicciones de las teorías científicas, la especialización disciplinaria, y el carácter social y político del conocimiento y su capacidad para transformar e intervenir sobre la realidad. La Teoría de los Sistemas Complejos aporta al modelo la noción de que los puertos no son agregados lineales de componentes, sino sistemas adaptativos donde las interacciones entre buques, terminales, aduanas, transportistas y autoridades generan comportamientos emergentes que no pueden deducirse del estudio aislado de cada elemento.

Por ejemplo, una pequeña modificación en el horario de atención de una ventanilla única puede desencadenar efectos en cadena que afecten la disponibilidad de camiones, los tiempos de espera y hasta la rotación del personal de seguridad. La Teoría de los Sistemas Sociales, por su parte, enfatiza que los puertos son también sistemas de comunicación y de sentido, donde las decisiones tecnológicas se ven mediadas por interpretaciones, conflictos de poder y rituales organizacionales. Un estudio publicado en el *Journal of Transport Geography* (WoS) sobre el puerto de Rotterdam mostró cómo la introducción de un sistema de planificación automatizado fracasó inicialmente porque no se tomaron en cuenta las normas informales de solidaridad entre los operadores de grúa. La tercera teoría incorporada es la teoría de la organización, como un conjunto de conceptos, principios e hipótesis, que facilitan la descripción y explicación de forma cómo interactúan los componentes organizativos: Personas, Tecnología y Procesos de las empresas. Esta teoría resulta central porque el modelo propuesto no se limita a recomendar la compra de software o hardware, sino que articula los cambios tecnológicos con

las estructuras de incentivos, los perfiles de competencia y las rutinas de coordinación. Finalmente, la teoría de la información, el modelo propuesto por Shannon y Warren Weaver, como un sistema general de la comunicación, en la que se inicia con una fuente de información que emite un mensaje. Luego este dato se transmite a través de un transmisor, se emite una señal que pasa por un canal, y que puede ser interferido. En el contexto portuario, las interferencias pueden ser ruidos eléctricos, pero también ambigüedades semánticas, retrasos en la transmisión o incluso bloqueos deliberados de información por parte de actores que temen perder ventajas competitivas.

La aplicación de esta teoría al modelo permitió diseñar un componente específico de vigilancia y monitoreo de la calidad del canal de comunicaciones entre los diferentes subsistemas. Estas teorías científicas son la base en la construcción del modelo de gestión de la innovación tecnológica. El mismo que se inició con el proceso de observación de la realidad como venían operando las empresas en el sector naviero y portuario. Con esto se realizó una abstracción del mundo real, para plantear un boceto de integración de sus procesos, tecnología y personas. De esta forma se identifican los componentes en un modelo que se diseña para gestionar la innovación tecnológica, enfatizando en la digitalización de los procesos y actividades en el uso de las tecnologías informáticas. Un ejemplo concreto de esta integración se encuentra en el puerto de Matarani, donde la implementación parcial de un sistema de identificación por radiofrecuencia permitió reducir los tiempos de localización de contenedores en un treinta y cinco por ciento, pero solo en aquellos turnos donde el personal había recibido capacitación específica. Este hallazgo, que vincula la tecnología con la formación y la motivación, no habría sido posible sin un marco teórico que evitara tanto el determinismo tecnológico como el sociologismo ingenuo.

Como todo modelo, el propuesto integra componentes que aseguran que será posible la innovación. Esta, vista desde el punto de vista del producto o servicio a obtener fruto de su gestión correspondiente, adquiere para las empresas navieras y portuarias la forma de un servicio mejorado en la medida que sus procesos sean innovados. Esta gestión considera las pautas para el desarrollo tecnológico de nuevas combinaciones entre las tecnologías existentes con nuevos conocimientos o know how que va adquiriendo la empresa.

La literatura especializada en innovación, por ejemplo, los trabajos de Henderson y Clark publicados en *Administrative Science Quarterly* (EBSCO), distingue entre innovación incremental, modular, arquitectónica y radical. El modelo aquí presentado se enfoca particularmente en los dos primeros tipos, porque son los más accesibles para los puertos de tamaño mediano como los estudiados, aunque también contempla elementos de innovación arquitectónica cuando se trata de reconfigurar la relación entre los subsistemas de información. El modelo hace posible incorporar los tipos o formas de cómo se desarrolla la innovación, a nivel disruptivo sobre todo en épocas de pandemia. La crisis sanitaria del COVID-19 evidenció, como ningún otro evento reciente, la vulnerabilidad de las cadenas logísticas que no habían incorporado tecnologías de contacto cero, como la facturación electrónica sin firma presencial o los sistemas de reconocimiento óptico de caracteres en las puertas de ingreso. Un informe de la CEPAL (disponible en bases como Scopus) destacó que los puertos peruanos que antes de la pandemia habían iniciado procesos de digitalización, como el Callao, lograron mantener operaciones continuas con menores interrupciones en comparación con aquellos que aún dependían de documentos en papel.

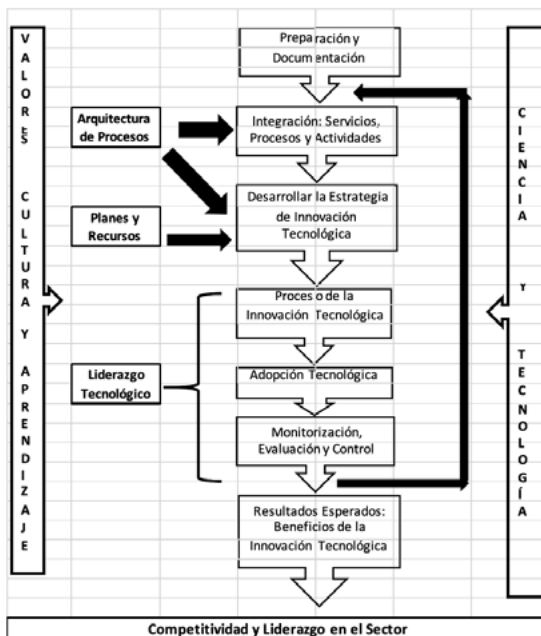
Además, el modelo conlleva a desarrollar el proceso en forma incremental o progresiva, con cambios en los sistemas y procesos ayudados por la tecnología, teniendo en cuenta los cambios en los paradigmas

tecnológicos. Es así que se han identificado siete componentes que conformarían el Modelo de Gestión de la Innovación Tecnológica (MGIT), con la idea de hacer que las empresas del sector naviero adquirieran liderazgo competitivo en el sector. Estos componentes son: primero, preparación y documentación; segundo, integración de servicios, procesos y actividades; tercero, desarrollar la estrategia de innovación tecnológica; cuarto, proceso de la innovación tecnológica; quinto, adopción tecnológica; sexto, monitorización, evaluación y control; y séptimo, resultados esperados: beneficios de la innovación tecnológica.

Articulación operativa del modelo y rutas de implementación

Para el diseño del modelo se han considerado los componentes que se han identificado en la sección anterior. Los cuales fueron identificados previa observación y análisis durante el proceso de investigación. Luego se hizo una abstracción de los objetos y hechos del mundo real, se representan mediante esquemas gráficos a los que se consideran modelos o expresiones de la realidad, para ir haciendo un acercamiento a lo que sería el modelo de la Gestión de la Innovación Tecnológica.

Figura 10. Modelo de Gestión de la Innovación Tecnológica



Nota: Prieto Monzón (2022).

A continuación, se esquematizan los modelos parciales componentes del modelo propuesto:

- La Innovación Tecnológica como Sistema
- El proceso de innovación Tecnológica
- Desarrollo de la Estrategia de Innovación Tecnológica
- El Flujo de la Gestión de la Innovación Tecnológica Salida: Beneficios de la Innovación Tecnológica

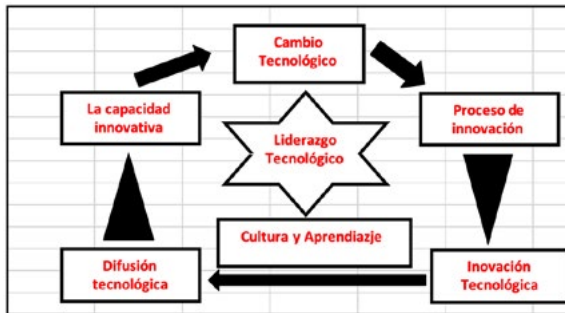
La Innovación Tecnológica como Sistema

De estos esquemas se describe que el cambio tecnológico, es un proceso de transformación que demanda de la participación de los colaboradores por el cual mejores productos o servicios, equipos, procesos de logística, distribución de bienes y servicios, técnicas y métodos de administración y gerencia se incorporan en la economía.

Mientras que, para el proceso de innovación, se toma en cuenta la integración de nuevos conocimientos para la creación de nuevos o hacer mejoras en los productos o servicios y sus correspondientes sistemas, procesos y actividades.

Por otro lado, es la innovación tecnológica, la clave para que el sector naviero y portuario puedan responder a las exigencias competitivas de los proveedores y clientes nacionales e internacionales. Todos estos cambios e innovaciones tienen que difundirse llevando a cabo un proceso en el que la nueva tecnología sea utilizada por otros clientes o proveedores con la finalidad de coadyuarse mutuamente en el éxito de sus operaciones.

Figura 11. La Innovación Tecnológica como Sistema



Nota: Prieto Monzón (2022).

Desarrollo de la estrategia de innovación tecnológica

Para definir la mejor estrategia de innovación tecnológica, las organizaciones, buscan en el tiempo de la gestión tecnológica, la madurez y conocimiento de su aplicación en los procesos, siendo: la adquisición, adopción, asimilación, desarrollo y explotación de la tecnología en una serie de activos innovadores como lo son: recursos, capacidades y competencias, que se encaminen en una línea de sinergia con convexa estas en la explotación comercial de los procesos, productos y servicios innovados o mejorados.

Esta estrategia de Innovación Tecnológica, incluye:

- La Lógica del Negocio
- El Análisis Interno
- El Análisis Externo
- La Estrategia de Negocio
- La Estrategia Tecnológica
- La forma como se alinea la Estrategia Tecnológica con la Estrategia de Negocio.
- Liderazgo de la Tecnología

Figura 12. Desarrollo de la Estrategia de Innovación Tecnológica

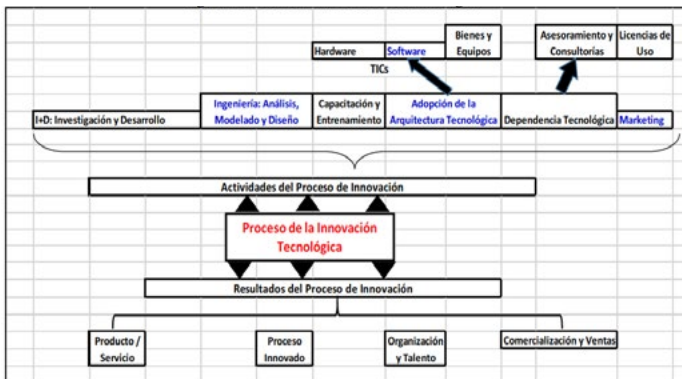


Nota: Prieto Monzón (2022).

Proceso de la Innovación Tecnológica

En este proceso se debe integrar los conocimientos adquiridos mediante procesos de investigación científica y tecnológica y de otras ciencias útiles para para crear nuevos productos o hacer mejoras e innovaciones y cambios a procesos, sistemas de información, productos y/o servicios.

Figura 13. Proceso de la Innovación Tecnológica



Nota: Prieto Monzón (2022).

Resultados Esperados: Beneficios de la Innovación Tecnológica

Aumento de la eficiencia

Con el uso adecuado de la tecnología. Digitalizar los datos y documentación. Con aplicaciones colectivas, de la nube o los chats la comunicación se hace instantánea, fluida y la toma de decisiones es más eficaz.

Expansión del mercado y operaciones

Con el uso de tecnologías basado en redes sociales, el trabajo colaborativo, las aplicaciones de lotes, el e-Commerce y otras que facilitan el permite conseguir un Feedback instantáneo de los clientes.

Mejora de las Comunicaciones

Con una cultura innovadora, se eliminan las barreras de comunicación. Con una arquitectura tecnológica, se garantiza una mejor comunicación. Además, mejora los canales de comunicación con proveedores, clientes y con las alianzas de negocio.

Mejora de la productividad

Con la tecnología se automatizan los procesos de las áreas más relevantes del núcleo del negocio reduciendo el trabajo rutinario y manual, por el uso de Tecnologías de Información y Comunicaciones, que ayudan en el desarrollo de las actividades, control y seguimiento, hasta la toma de decisiones más inteligentes.

Descripción del modelo

El modelo se puede desarrollar e implementar mediante fases o etapas y cada una de ellas tiene actividades que hacen posible la GIT. Así se describen a continuación:

- Fase I: preparación y documentación
- Fase II: integración: servicios, procesos y actividades
- Fase III: desarrollar la estrategia de innovación tecnológica
- Fase IV: proceso de la innovación tecnológica

- Fase V: adopción tecnológica
- Fase VI: monitorización, evaluación y control
- Fase VII: resultados esperados: beneficios de la innovación tecnológica

Fase I: preparación y documentación

- A1: conceptualizar el negocio.
- A2: mapear y describir los procesos del CORE (núcleo) del negocio.
- A3: identificar los indicadores más eficaces en cada proyecto de innovación tecnológica.

Para esto se debe revisar:

- » indicadores de I+D+i,
- » inversión: pública y privada
- » tendencias y evolución de mercados tecnológicos.
- » Seleccionar indicadores de: actividad en I+D, Indicadores de patentes, Indicadores de innovación, Indicadores bibliométricos, Indicadores sobre talento en I+D+i, Indicadores sobre cultura científica, Indicadores sobre vinculación con la academia (universidad y empresa), Indicadores sobre emprendimiento, Indicadores sobre formación y movilidad.
- A4: Definir los indicadores de gestión de la innovación tecnológica (GIT). A5: Gestionar la data en los indicadores de la GIT.

Fase II: integración: servicios, procesos y actividades

- A1: integrar actividades científicas, tecnológicas, logísticas, administrativas, financieras y comerciales
- A2: introducir nuevos o mejorados servicios en la logística y comercialización de mercancías.
- A3: implantar nuevos o mejorados procesos logísticos y de transporte, monitoreados por las TICs.
- A4: introducir y validar nuevas metodologías y técnicas para la mejora de la capacidad gerencial de los sistemas administrativos y organizacionales de las empresas navieras y portuarias.

Fase III: desarrollar la estrategia de innovación tecnológica

Este proceso de desarrollo conlleva la realización de ocho (08) actividades

- A1: lógica del negocio
- A2: análisis interno
- A3: análisis externo
- A4: estrategia de negocio
- A5: estrategia tecnológica
- A6: alineamiento estratégico
- A7: liderazgo de la tecnología
- A8: estrategia de innovación tecnológica

Fase IV: proceso de la innovación tecnológica

- A1: I+D: investigación y desarrollo. Se desarrolla acciones de investigación en los productos y tecnologías que se vienen usando y las tendencias tecnológicas.
- A2: Ingeniería: Análisis, Modelado y Diseño
- A3: capacitación y entrenamiento
- A4: adopción de la arquitectura tecnológica
- A5: dependencia Tecnológica. Tiene que ver con depender de asesores, consultores y expertos que faciliten los procesos de innovación. Asimismo, la tecnología producida por otras empresas de las que el sector naviero y portuario depende, como por ejemplo el mantenimiento de las flotas y puertos.
- A6: Marketing, realizando testeos o pruebas del producto o servicio, como pruebas pilotos se lanzan servicios y operaciones portuarias para evaluar sus resultados a escala y luego su lanzamiento oficial de mejoras o cambios de procesos.

Fase V: adopción tecnológica

- A1: socialización para implementar los nuevos cambios y mejoras en los procesos
- A2: capacitación y entrenamiento en el uso de nuevas tecnologías
- A3: desarrollar los conceptos de asimilación tecnológica
- A4: realizar la transferencia de tecnologías.

Fase VI: monitorización, evaluación y control

- A1: medir la eficacia y la eficiencia:

Tanto a nivel del servicio ofrecido como en los procesos mejorados que se han desarrollado.

Eficacia = Resultado alcanzado x 100 / resultado previsto. ...

Eficiencia = (Resultado alcanzado / Coste real) x Tiempo invertido / (Resultado esperado / Coste estimado) x Tiempo previsto

- A2: Medir la Competitividad de las empresas del sector naviero y portuario

Es importante, realizar una **Evaluación de los servicios en el precio y de la rentabilidad**, con respecto a los años anteriores y respecto a la situación del propio sector naviero y portuario, siendo exigentes con los objetivos planteados. Verificando si se aumentó en el número de servicios, y se ha incrementado el porcentaje o nivel de participación en el mercado del sector.

- » Análisis de los procesos y la productividad
- » Verificar cual es el grado o nivel de alineamiento de los procesos (lógica del negocio) con la estrategia definida, validando la importancia que los colaboradores, dan a las estrategias en el núcleo del negocio. Esto quiere decir si la estrategia del negocio está alineada a la estrategia tecnológica lográndose la optimización de los procesos operativos.
- » Potenciar el Talento de los Colaboradores
- » Disponer de un talento con colaboradores capaci-

tados y entrenados, es calve para el desarrollo exitoso de las actividades y procesos de la empresa. Con esto se logran los objetivos en su tiempo y con los recursos planificados. Preparando al talento con habilidades y destrezas que los ponga como equipo por encima de la competencia. Y con ellos mejorara procesos más optimizados e innovar los servicios a nivel de puertos en la entrada, proceso y salida de buques y barcos para la logística y el transporte de mercancías.

- » Revisión de la estrategia
- » En esta actividad se debe realizar una diagnosis con respecto a las **Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas**, haciendo comparaciones y utilizando además **las cinco fuerzas competitivas** de Michael Porter. Haciendo énfasis en los **Valores y la Cultura y el Aprendizaje Organizacional**. Cuyo análisis permitirá replantear la estrategia de negocio, diferenciando a la organización en el servicio y precio, con respecto a la competencia.
- » Analizar la tendencia y cambios en el sector
- » Una adecuada gestión de la innovación tecnológica, exige que, en esta etapa o actividad, se haga una revisión del entorno o sector, teniendo en cuenta los componentes de cambio y tendencias para el sector. Conocer el sector implica estudiar las tendencias del mercado y su relación en los sectores políticos, sociales y económicos; adelantándose y preparándose a cambios disruptivos y abruptos en el sector.

- A3: medir la calidad del servicio ofrecido

Esta actividad debe ser continua, siendo el cliente lo más relevante para hacer una retroalimentación con respecto a la calidad del servicio. En esta medición hay que considerar los siguientes aspectos:

- » Satisfacción del cliente.
- » El grado de cobertura del mercado.
- » El precio.
- » Procesos de logística y Transporte.
- » Seguridad.
- » La eficiencia o el rendimiento, considerando los procesos y servicios.

- A4: monitorizar datos

Revisar las fuentes de datos de sistemas que hacen la vigilancia e inteligencia organizacional. Identificar el órgano competente de la fiabilidad de los indicadores y datos.

- A5: revisión de datos de indicadores

Revisando las plataformas de datos abiertas y herramientas de fuentes que permiten disponer de datos para medir los indicadores de innovación tecnológica.



Las principales organizaciones dedicadas a la producción y difusión de indicadores de ciencia, tecnología e innovación pueden ser internacionales, regionales, nacionales y especializadas. Estos organismos pueden ser nacionales como: CON-

CYTEC, SUNEDU, INEI, PCM, MEF, entre otros. Y a nivel internacional productores de indicadores de I+D+i más relevantes son: OCDE, UNESCO, CEPAL, RICYT, BID, OCTS-OEI.

Fase VII: resultados esperados: beneficios de la innovación tecnológica

El sector naviero y portuario es muy competitivo y cambiante, respondiendo a exigencias de carácter nacional e internacional, ya que en estos puertos se comunica el mundo, en el intercambio de mercancías y traslado de personas. Es así que la tecnología es un aliado estratégico para desarrollar los procesos con sus respectivas actividades, de una forma cada vez más automatizada.

Los procesos están en un continuo mejoramiento, con ayuda de la tecnología, siendo así en este sector es indispensable la actividad de **innovación tecnológica**, en este sector; desarrollando proyectos de innovación tecnológica (IT) que se diferencia de otros proyectos, porque llegan hasta final del proceso, cerrando ciclo, de la siguiente forma:

Creación científica  Desarrollo tecnológico 
producción a escala en el producto y/o servicio.

Para este tipo de proyectos, hay que tener en cuenta 3 elementos principales:

- A1: resultados esperados

En la gestión de estos proyectos, se debe tener claro qué es lo que se desea obtener y cuál es la mejora e innovación del producto o servicio. Con esta información se hace posible la evaluación de resultados en esta fase.

Esta evaluación se hace simulando y emulando el comportamiento del nuevo servicio o evaluando el grado de aceptación, asimilación y adopción en los clientes y colaboradores de la empresa.

- A2: indicadores de ÉXITO

En base a los indicadores seleccionados en etapas anteriores del modelo de GIT, se evalúan estos indicadores de evaluación del rendimiento; con ello es medible el éxito o eficiencia de la GIT en cualquier actividad del proceso.

- A3: requerimientos críticos

Se analiza los requerimientos que se hacen con respecto a la tecnología. Más aún aquellos procesos que son altamente dependientes de la tecnología.

Estrategias de aplicación del Modelo

Para aplicar el modelo propuesto a continuación se describe la forma o camino para implementar el modelo, estas acciones se constituyen como estrategias (E) de aplicación del modelo.

E1. Socializar al personal de la entidad y conformar equipos de trabajo, para definir la ruta de acciones en el proceso de innovación

Para esta estrategia, se debe conocer la organización, esto es, la lógica del negocio, con sus respectivos procesos, premuniéndose de toda la información posible. Algo muy importante es la conformación de los equipos de trabajo quienes liderarán las acciones propias de innovación. Al personal que participa se le debe ingresar a un programa de capacitación continua en temas de innova-

ción, así como, en el conocimiento de los procesos o productos pensados en innovar.

Se debe llevar un archivo maestro de información, el cual debe almacenarse en un repositorio documentario de la institución, con filtros de información para constituir la data de conocimiento de la empresa.

E2. Organización Matricial (mixta) y en Red para los equipos de trabajo

La forma como se organizan los equipos de trabajo corresponde a un modelo matricial (mixta) y en Red. Esto quiere decir que en principio se debe contar con el apoyo de la alta dirección, quien patrocinará estos proyectos de innovación, nombrando un *Líder de innovación tecnológica*. Y a su vez conformar un equipo central que ayudará en la GIT. Asimismo, con este equipo se conformarán otros equipos por áreas estratégicas del *core* del negocio de la organización.

Todos estos equipos responderán funcionalmente y jerárquicamente a un liderazgo según la forma de trabajo en la institución, sin perder el enfoque de sus actividades diarias propias del trabajo.

Cada uno de estos equipos tendrá un líder del equipo o proyecto. Además, según los proyectos de innovación, se recomienda contar con *gestor(s) de proyecto(s)* de innovación tecnológica.

En coordinación con estos equipos, el equipo central definirá el Plan de trabajo de los diferentes proyectos de innovación (por áreas), el cual será centralizado en un único plan de trabajo de la organización. Y es este plan, el cual el *Líder de innovación tecnológica* lo presenta a la alta dirección para su aprobación y respaldo.

E3. Revisar la Arquitectura Empresarial o Planes de Acción

Es importante revisar las arquitecturas o documentos de gestión atinentes a los sistemas, tales como: arquitectura de negocio, arquitectura de datos, arquitectura de sistemas (software) y arquitectura de Tecnología Informática (hardware, equipos de comunicación y transmisión de datos).

Es importante contar con el mapa de procesos y sus respectivas descripciones a nivel de actividades u operaciones. Mencionando los datos que usan y generan dentro de los sistemas y áreas funcionales.

Las funciones de la organización, los procesos, las actividades los datos y la tecnología se deben relacionar e integrar en arquitecturas para un mejor manejo y aplicación.

Por ejemplo, para el caso en estudio de terminales, se integran varias infraestructuras: Físicas e Informáticas. Requiriendo Tecnologías de red: Radio, LAN, Tecnologías de Posicionamiento, RFID, WLAN, Sensores, Repositorios de eventos, entre otros.

E4. Definir la Estrategia de Innovación Tecnológica, basado en las estrategias de negocio de la empresa y la estrategia de Tecnologías

En caso se cuente con los dos componentes clave, que son: el *plan estratégico empresarial*, se debe revisar las arquitecturas de información, la *estrategia tecnológica* que cuenta el área de sistemas, y es en base a estos dos componentes, con o que se desarrolla la estrategia de innovación tecnológica para desarrollar los diferentes proyectos de innovación en la organización.

E5. Proceso de la Innovación Tecnológica

Los equipos conformados, deben estar enfocados en crear nuevos productos, servicios, procesos, formas, modelos de negocio. Buscando mejoras significativas de las características o detalles de alguno ya existente, utilizando como medio las herramientas tecnológicas informáticas.

La idea es generar tanto nuevas formas o modelos de negocio, así como tecnologías novedosas, orientados en crear nuevas soluciones.

E6. Socializar a los colaboradores para el uso de tecnología

Cada vez que se introduce tecnologías en la organización y en los equipos de trabajo de innovación, esta se debe socializar previamente con un plan de adopción de la tecnología, preparándolos para el eminente cambio tecnológico.

E7. Monitorizar y Controlar el proceso de innovación y las fases de la GIT.

El seguimiento y la monitorización de cada accionar o fase en el proceso de innovación, es clave para realizar los ajustes oportunos y poder avanzar en la consecución de objetivos. Es importante considerar las técnicas de control y evaluación, así como mitigar posibles riesgos que puedan presentarse en los proyectos de innovación.

Se recomienda que esta monitorización, sea en línea y en forma continua, sin interferir el trabajo de los equipos de innovación.

E8. Considerar los indicadores y factores críticos de éxito para evaluar los resultados de la Innovación Tecnológica.

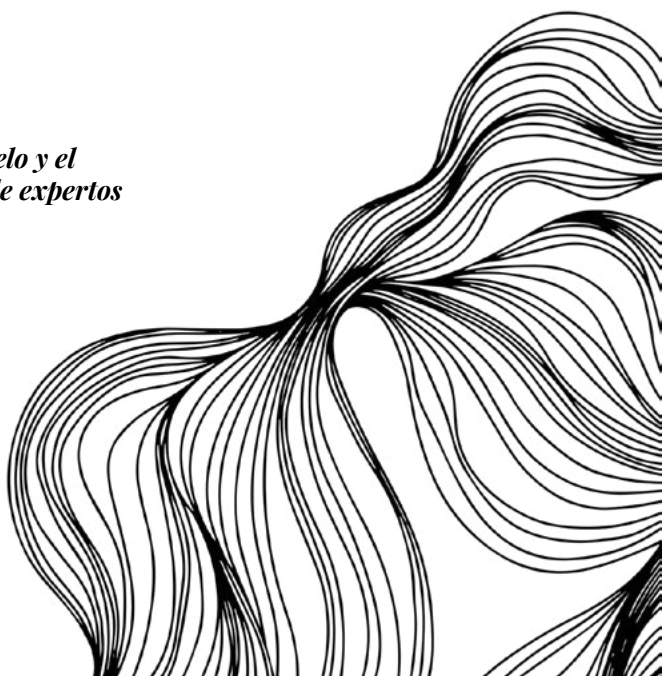
Los indicadores que se han definido en las primeras actividades de la GIT, son clave para medir los resultados que se obtienen en los diferentes proyectos de innovación tecnológica.

Estos se miden en el logro obtenido, con la calidad que el cliente o proveedores o exigen; así como, el haber alcanzado las metas planteadas en función a los indicadores de gestión. Siendo estos a nivel: económico – financiero, social y tecnológico.

Capítulo

5

*El modelo y el
juicio de expertos*



Validación de los componentes del modelo mediante escala Likert

Una vez obtenidos los resultados derivados del diseño del modelo de gestión de la innovación tecnológica, resulta imperativo someterlos a un riguroso proceso de comprobación que permita establecer su validez, fiabilidad y pertinencia en el contexto del sector naviero y portuario. Para tal efecto, y en coherencia con las buenas prácticas en investigación aplicada, se ha optado por la técnica de comprobación denominada “juicio de expertos”, ampliamente reconocida en el ámbito de los estudios de gestión y tecnología como un método eficaz para validar constructos teóricos, modelos operativos e instrumentos de medición, especialmente cuando se trabaja con realidades complejas y escasamente documentadas. En el presente estudio, esta técnica se ha concretado mediante la participación de siete expertos de reconocida trayectoria en gestión de la innovación tecnológica, quienes, desde su experiencia y conocimiento especializado, han emitido juicios, valoraciones y evidencias fundamentadas en torno al modelo propuesto. Cada uno de los expertos actuó de manera independiente y sin mantener comunicación con los demás, lo que garantiza la autonomía y objetividad de las evaluaciones individuales. Cabe señalar que, por razones de confidencialidad y conforme a los principios éticos que rigen esta investigación, los nombres completos y los datos de contacto de los expertos se mantienen en reserva, sin que ello afecte la trazabilidad ni la seriedad del proceso de validación.

Para la calificación objetiva del modelo, se empleó la escala Likert, una herramienta psicométrica ampliamente utilizada en estudios de validación de modelos y percepción de calidad, que permite transformar juicios cualitativos en valores cuantitativos susceptibles de análisis estadístico. La escala adoptada en esta investigación contempló cinco niveles de valoración, cuyas correspondencias semánticas y numéricas se

presentan a continuación: la categoría “Muy Bueno” se asocia al valor 5, “Bueno” al 4, “Regular” al 3, “Malo” al 2 y “Muy Malo” al 1. Esta graduación permitió a los expertos expresar con precisión su nivel de acuerdo o satisfacción respecto a cada uno de los componentes evaluados del modelo de gestión de la innovación tecnológica, facilitando así una medición estandarizada y comparable entre los distintos criterios de evaluación.

Tabla 1. Calificación: “Escala Likert”

Escala de Liker	
Muy Bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy Malo	1

Nota: Prieto Monzón (2022).

Como criterios de evaluación (CE) se han considerado a los componentes y fases, con sus respectivas actividades que los expertos revisaron:

- CE1: preparación y documentación
- CE2: integración: servicios, procesos y actividades CE3: desarrollar la estrategia de innovación Tecnológica CE4: proceso de la innovación Tecnológica
- CE5: adopción tecnológica
- CE6: monitorización, evaluación y control
- CE7: resultados esperados: beneficios de la innovación tecnológica

La calificación que han dado los expertos, se hizo teniendo en cuenta los siete (07) componentes del modelo, tal como se muestra:

Tabla 2. Evaluación y Calificación del Modelo

Criterio	Ex- per- to1	Ex- per- to2	Exper- to3	Exper- to4	Ex- per- to5	Ex- per- to6	Ex- per- to7	Total
CE1: Preparación y Documentación	5	4	5	5	4	4	5	4.6
CE2: Integración: Servicios, Procesos y Actividades	4	4	5	5	5	4	5	4.6
CE3: Desarrollar la Estrategia de Innovación Tecnológica	5	5	5	5	5	5	4	4.9
CE4: Proceso de la Innovación Tecnológica	4	4	5	5	4	5	4	4.4
CE5: Adopción Tecnológica	5	5	4	4	5	4	4	4.4
CE6: Monitorización, Evaluación y Control	4	4	4	5	5	4	5	4.4
CE7: Beneficios de la Innovación Tecnológica	5	5	4	5	5	4	5	4.5
Total	4.6	4.4	4.6	4.9	4.7	4.3	4.6	4.5

Nota: Prieto Monzón (2022).

Desarrollar la Estrategia de Innovación Tecnológica

El análisis de las calificaciones otorgadas por los siete expertos a los siete componentes del modelo arroja un promedio general de 4,5 so-

bre 5, lo cual, de acuerdo con la escala Likert empleada, sitúa al modelo propuesto en la categoría “Muy bueno”. Este resultado no solo refleja un consenso favorable entre especialistas de alta calificación, sino que también constituye un respaldo empírico significativo para la viabilidad y pertinencia del modelo en el contexto del sector naviero y portuario. Ahora bien, al desagregar las puntuaciones por componente, se observa que “Desarrollar la Estrategia de Innovación Tecnológica” obtiene el reconocimiento más alto, con un promedio de 4,9, lo que indica que los expertos consideran este componente no solo sólidamente concebido, sino también esencial para orientar los esfuerzos de innovación en un sector tradicionalmente rezagado en materia de planificación tecnológica. Le siguen en nivel de apreciación los componentes “Preparación y Documentación” e “Integración: Servicios, Procesos y Actividades”, ambos con una calificación promedio de 4,6, lo que confirma que las bases estructurales y organizativas del modelo han sido adecuadamente definidas y resultan coherentes con las necesidades reales de las empresas del sector. Por su parte, los cuatro componentes restantes —esto es, “Proceso de la Innovación Tecnológica”, “Adopción Tecnológica”, “Monitoreo, Evaluación y Control”, y “Resultados Esperados: Beneficios de la Innovación Tecnológica”— obtuvieron calificaciones promedio de 4,4 y 4,5, valores que, si bien son ligeramente inferiores a los anteriores, continúan ubicándose dentro del rango de “Muy bueno”, lo que demuestra que no existen debilidades significativas en ninguna de las dimensiones evaluadas y que el conjunto mantiene un nivel de calidad homogéneo y aceptable desde la perspectiva de los especialistas.

A partir de estas valoraciones, es posible formular varias afirmaciones conclusivas que emergen directamente del juicio experto. En primer lugar, la calificación positiva y consistente de todos los componentes permite sostener que es factible definir una forma sistemática de analizar y distinguir los componentes de un modelo de gestión de la innovación tecnológica aplicado al sector naviero y portuario, lo que

contradice la eventual percepción de que este tipo de sectores resultan poco abordables desde enfoques estructurados. En segundo término, el hecho de que los expertos hayan valorado tan favorablemente componentes como “Integración: Servicios, Procesos y Actividades” y “Proceso de la Innovación Tecnológica” evidencia que existen bases conceptuales y operativas sólidas para afirmar que es posible articular un proceso coherente de gestión de la innovación tecnológica específicamente enfocado en las particularidades del entorno naviero y portuario, el cual se caracteriza por su alta intensidad logística, su regulación estricta y su dependencia de infraestructuras críticas. Asimismo, la evaluación global del modelo, al integrar explícitamente los siete componentes en una arquitectura funcional, permite concluir que el diseño propuesto logra articular de manera efectiva dichos componentes, superando los enfoques fragmentados que suelen predominar en la literatura operativa sobre innovación en sectores tradicionales. En cuarto lugar, y atendiendo a las estrategias de implementación que fueron detalladas en el capítulo cuarto del presente trabajo, los expertos validaron implícitamente que la definición de dichas estrategias constituye un habilitador clave para el despliegue práctico del modelo, pues no basta con diseñar componentes teóricamente sólidos si no se acompañan de rutas de implementación claras y adaptadas a las capacidades reales de las organizaciones objetivo.

Finalmente, el conjunto de evaluaciones y calificaciones presentadas permite confirmar, sin ambages, la hipótesis principal que orientó esta investigación: el modelo de gestión de la innovación tecnológica diseñado resulta efectivamente capaz de integrar los procesos, las etapas y las tecnologías en las empresas del sector naviero y portuario del Perú. Esta comprobación, sustentada en el juicio fundamentado de siete expertos independientes, no solo valida el modelo en términos académicos, sino que también abre la puerta a su aplicación práctica en un sector estratégico para la economía nacional, donde la adopción sistemática de

la innovación tecnológica constituye una condición necesaria para mejorar la competitividad, la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta frente a los desafíos del comercio internacional contemporáneo.

Un modelo teórico-explicativo basado en casos portuarios y navieros

Para alcanzar una comprensión cabal de los resultados obtenidos, resulta necesario situar la discusión en el marco de la teorización científica que corresponde a un modelo de naturaleza descriptiva, el cual se propone inicialmente como un paradigma teórico-científico susceptible de ser aplicado en un horizonte temporal oportuno. Esta decisión metodológica no es arbitraria, pues todo modelo que aspire a incidir en la práctica organizacional requiere ser confrontado con las tradiciones filosóficas y epistemológicas que legitiman la construcción de conocimiento en el ámbito de la gestión y la innovación tecnológica. En este sentido, Galati (2012) señala que “los paradigmas científicos son modelos, esquemas, patrones que estructuran la forma como es que los científicos hacen ciencia, de manera tal que guían su actividad, declaran qué problemas pueden investigar y los posicionan en tradiciones académicas”. De manera complementaria, para Morín:

Un paradigma científico puede definirse como un principio de distinciones-relaciones-oposiciones fundamentales entre algunas nociones matrices que generan y controlan el pensamiento, es decir, la constitución de teorías y la producción de los discursos de los miembros de una comunidad científica determinada. El paradigma se convierte, así, en el principio rector del conocimiento y de la existencia humana. (1982, pp. 62-63)

Estas concepciones resultan particularmente pertinentes para el presente estudio, en la medida en que los modelos —incluso aquellos que, como el aquí propuesto, se limitan inicialmente a describir una realidad objeto de estudio— son frecuentemente considerados como paradigmas que requieren ser comprobados a lo largo del tiempo, para luego concluir en una propuesta susceptible de ser adoptada por las empresas en la aplicación de la gestión de la innovación tecnológica.

El conocimiento, en cualquier dominio científico, no avanza desde la nada ni se construye sobre vacíos epistemológicos; por el contrario, todo proceso de indagación se inicia siempre a partir de un paradigma o modelo que ofrece un conjunto de apreciaciones iniciales sobre el funcionamiento de los fenómenos bajo estudio. Esta premisa encuentra un respaldo sólido en la obra del filósofo Thomas Kuhn, quien en 1962 observó que la ciencia, entendida como un conjunto acumulativo de conocimientos, se halla intrínsecamente vinculada a los patrones generales vigentes en cada época histórica, y que la validez y aplicabilidad de dichos conocimientos dependen crucialmente del momento histórico en que se producen y utilizan. De allí se deriva una implicación directa para el modelo propuesto en esta investigación: resulta imperativo que dicho modelo sea efectivamente aplicado por organizaciones que implementan proyectos de innovación tecnológica, pues solo a través de su uso práctico y su contrastación con la realidad podrá consolidarse como un paradigma útil y no como un mero ejercicio teórico desprovisto de vinculación empírica. Ahora bien, la construcción de modelos teóricos y descriptivos cumple una función epistémica insustituible: permite una mejor comprensión de la naturaleza o de la realidad contextual del objeto y sujeto de investigación. En el ámbito de la ciencia, particularmente en lo que atañe a la construcción y selección de modelos, resulta ilustrativo recurrir al perspectivismo científico como doctrina filosófica,

según la cual los pensadores consideran el mundo desde diferentes y diversos puntos de vista, cada uno de los cuales constituye lo que podría denominarse una perspectiva válida —esto es, un modelo—, debido a que cada perspectiva es única y válida para el conocimiento. Desde esta óptica, construir modelos que representan la realidad de las cosas en las organizaciones no solo es legítimo, sino también profundamente útil, pues tales modelos permiten demostrar y comprender cómo funciona actualmente la realidad —en este caso, el sector naviero— y cómo podría funcionar si se incorporaran innovaciones tecnológicas, postura que se inscribe dentro del denominado realismo naturalista.

Para la construcción del modelo aquí presentado, se han considerado dos presupuestos fundamentales propios del positivismo lógico. El primero sostiene que existe un conjunto de leyes inmutables que explican cómo funciona el mundo; el segundo afirma que hay un método objetivo para descubrir esas leyes, método que se fundamenta en un conjunto de reglas que definen el proceso del pensamiento lógico. Estos procedimientos, como es característico del positivismo lógico, están basados en la experiencia y en la observación directa de los hechos, razón por la cual también se inscriben en la tradición del empirismo lógico. En perfecta concordancia con esta postura filosófica, el modelo propuesto debe ser entendido como una abstracción de la realidad, esto es, una representación simplificada pero esencialmente fiel de un fenómeno o problema complejo, que permite su estudio sistemático y controlado. Dicha abstracción, lejos de ser arbitraria, es encapsulada en la mente del observador bajo los principios del pensamiento filosófico del empirismo lógico, lo que garantiza que el modelo no sea una mera especulación, sino una construcción derivada de la observación metódica y la experiencia acumulada. Por otra parte, desde la perspectiva del método científico, este consiste básicamente en crear, validar y modificar modelos y teorías de manera continua y reflexiva. En el contexto de la investigación que nos ocupa, dicho método se traduce en la representación, en forma

de teorías y modelos, del conocimiento que el investigador posee acerca del mundo que le rodea, utilizando para ello descripciones formales — esto es, herramientas científicas— que relacionan elementos diversos y que están basadas en hipótesis explícitas y contrastables.

El modelo obtenido en este estudio se condice también con el paradigma de un “Modelo Teórico Explicativo”, ya que recurre explícitamente a teorías, creencias, valores, leyes, técnicas e hipótesis como componentes constitutivos de su arquitectura. Esta característica no es menor, pues distingue a los modelos de vocación explicativa de aquellos que se limitan a describir fenómenos sin pretender dar cuenta de sus causas o mecanismos subyacentes. En consecuencia, el modelo propuesto se considera plenamente integrado dentro de la categoría de los Modelos Teóricos o Conceptuales, donde se plantean explicaciones fundamentadas de los hechos o formas de trabajo, basadas en una diversidad de criterios tanto teóricos como empíricos. Cabe destacar que este modelo ha sido desarrollado sobre la base de un estudio de casos centrado en puertos y empresas navieras, lo que le confiere un anclaje empírico sólido y una pertinencia contextual innegable. No obstante, es importante reconocer que, en un horizonte de tiempo razonable, se espera su aplicación en un espectro más amplio de organizaciones, con el propósito de avanzar hacia su correspondiente universalización o, al menos, hacia su generalización a contextos afines. Este tránsito desde lo particular —el estudio de casos— hacia lo general —la formulación de principios aplicables a un universo más extenso— constituye, precisamente, el movimiento epistémico característico de toda investigación que aspira a producir conocimiento teórico con repercusiones prácticas duraderas.

Conclusiones

La presente investigación ha logrado cumplir con su objetivo central, a saber, el diseño de un modelo de gestión de la innovación tecnológica concebido específicamente para las empresas que operan en el sector naviero y portuario del Perú. Este logro no constituye un mero ejercicio académico desvinculado de la realidad, sino que responde a una necesidad concreta y largamente postergada en un sector estratégico para la economía nacional, caracterizado históricamente por una adopción lenta y fragmentada de prácticas sistemáticas de innovación. La finalidad que ha guiado la construcción de este modelo ha sido, precisamente, proporcionar a las empresas de dicho sector una herramienta estructurada y coherente que les permita llevar a cabo su transformación digital mediante la integración planificada de nuevas tecnologías en todas las áreas y procesos más relevantes de su operación, transformando así su forma tradicional de funcionar. Este proceso de transformación, lejos de limitarse a la incorporación aislada de dispositivos o software, aspira a producir efectos sistémicos: la optimización de los procesos internos y externos, el mejoramiento sostenido de la competitividad frente a otros actores del comercio marítimo y portuario, y la consecuente capacidad de ofrecer un nuevo valor añadido a sus clientes, cada vez más exigentes en términos de eficiencia, trazabilidad y tiempo de respuesta.

En el curso del diseño del modelo, se identificaron y caracterizaron siete componentes fundamentales que articulan su arquitectura interna: Preparación y Documentación, Integración: Servicios, Procesos y Actividades, Desarrollar la Estrategia de Innovación Tecnológica, Proceso de la Innovación Tecnológica, Adopción Tecnológica, Monitoreo y Evaluación, y Resultados Esperados: Beneficios de la Innovación Tecnológica. Cada uno de estos componentes fue desagregado en actividades específicas y posteriormente integrado en el modelo

propuesto, de manera que la totalidad constituye un sistema funcional donde ninguna parte resulta prescindible ni redundante. Esta identificación no fue arbitraria, sino que emergió tanto del análisis teórico de la literatura especializada como del trabajo de campo realizado en el sector naviero y portuario peruano, lo que garantiza su pertinencia contextual y su aplicabilidad práctica. Por otra parte, la definición explícita de estrategias de implementación —desarrollada en detalle a lo largo del capítulo correspondiente— constituye un habilitador crítico para la aplicación efectiva del modelo, pues dichas estrategias proveen una ruta concreta, con fases y etapas claramente diferenciadas, que orienta a las organizaciones en el despliegue progresivo del modelo, evitando así los problemas de adopción que suelen afectar a herramientas de gestión excesivamente abstractas o desprovistas de indicaciones operativas.

Finalmente, la evaluación y calificación del modelo de gestión de la innovación tecnológica realizada mediante la técnica de juicio de expertos arrojó un promedio general de 4,5 sobre 5, valor que corresponde a la categoría “Muy bueno” según la escala Likert empleada, y que fue otorgado por siete expertos independientes a los siete componentes del modelo. Este resultado trasciende la mera cuantificación numérica, pues constituye un respaldo empírico significativo proveniente de especialistas con trayectoria acreditada en el campo de la gestión de la innovación tecnológica. Dicho respaldo no solo valida la calidad intrínseca del modelo, sino que también sugiere que su adopción en el sector naviero y portuario peruano podría generar impactos positivos comparables a los reportados en otros sectores donde se han implementado modelos de similar naturaleza. En consecuencia, puede afirmarse con fundamento que el modelo obtenido no solo es teóricamente sólido, sino también prácticamente viable, y que reúne las condiciones necesarias para ser sometido a fases posteriores de implementación piloto y eventual escalamiento.

Recomendaciones

A los empresarios y directivos del sector naviero, portuario, así como a quienes lideran organizaciones pertenecientes a otros sectores de la economía nacional e internacional, se recomienda implementar el modelo aquí propuesto basándose rigurosamente en las estrategias de aplicación detalladas en el capítulo correspondiente, respetando sus respectivas fases y etapas sin omitir pasos ni adelantar procesos que requieran madurez organizacional previa. Especial atención debe prestarse a la concepción teórica y filosófica que subyace al modelo, pues esta no es un adorno retórico sino el fundamento que le otorga coherencia interna y que diferencia este enfoque de otros intentos más superficiales de gestionar la innovación tecnológica; comprender esta base conceptual permitirá a los empresarios adaptar el modelo a sus circunstancias específicas sin desnaturalizarlo, así como sostener el esfuerzo de implementación a lo largo del tiempo, incluso cuando surjan dificultades operativas o resistencias al cambio dentro de sus organizaciones.

A los investigadores interesados en la gestión tecnológica, la innovación y los procesos de transformación digital en sectores productivos, se pone a disposición los resultados aquí presentados como un modelo teorizado —o, si se prefiere, como un “paradigma” emergente— de gestión de la innovación tecnológica. Se recomienda a esta comunidad académica asumir dicho modelo no como un producto terminado e inmutable, sino como una plataforma abierta a la crítica, el perfeccionamiento y la adaptación metodológica, de modo que pueda ser implementado en diversos sectores de la economía o en tipos variados de empresas. La replicación del modelo en contextos distintos al naviero y portuario, así como su sometimiento a estudios longitudinales que evalúen sus impactos reales una vez implementado, constituyen líneas de investigación particularmente promisorias que podrían enriquecer sustancialmente

el conocimiento disponible sobre gestión de la innovación tecnológica en economías emergentes y en sectores tradicionalmente rezagados en materia de innovación.

Finalmente, a los directores y coordinadores de los programas de doctorado en Ciencias Administrativas y en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, se recomienda considerar seriamente la posibilidad de incluir, como parte de sus líneas de investigación vigentes o futuras, el campo específico de la gestión de la innovación tecnológica. Esta recomendación no es accesorio ni meramente formal, pues responde a la creciente evidencia de que la innovación tecnológica, cuando es abordada de manera sistemática y gestionada con herramientas adecuadas, se convierte en un factor crítico de competitividad y desarrollo, y sin embargo, sigue siendo un área escasamente representada en los programas de formación doctoral en la región. Incorporar esta línea de investigación contribuiría no solo a formar investigadores con capacidades pertinentes para los desafíos actuales del tejido empresarial, sino también a cerrar la brecha entre la producción académica y las necesidades reales de los sectores productivos, fomentando así una investigación más aplicada, relevante y con impacto social y económico tangible.

Referencias

- Almeida, P. (2004). Subsidiaries and knowledge creation: The influence of the MNC and host country on innovation. *Strategic Management Journal*, 25(8-9), 847-864.
- Amores Bravo, X. (2015). *La gestión de la innovación en las empresas de servicios intensivos en conocimiento tecnológico (t-KIBS) de Cataluña* [Tesis doctoral, Universidad de Girona].
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Episteme.
- Barreto Ferreira, J., & Petit Torres, E. (2017). Modelos explicativos del proceso de innovación tecnológica en las organizaciones. *Revista Venezolana de Gerencia*, 22(79), 387-405.
- Basalla, G. (2011). *La evolución de la tecnología*. Editorial Crítica.
- Bavaresco, A. (2003). *Proceso metodológico en la investigación*. Universidad del Zulia.
- Bowler, P. J. (2007). *Introducción a la ciencia*. Madrid.
- Breen, H. (2007). *The future of management*. Harvard Business Press.
- Chiesa, V., Coughlan, P., & Voss, C. A. (1996). Development of a technical innovation audit. *Journal of Product Innovation Management*, 13(2), 105-136.
- Cooper, R. G. (1979). The dimensions of industrial new product success and failure. *Journal of Marketing*, 43(3), 93-103.
- Cotec. (2001). *Gestión de la innovación y la tecnología en la empresa: Sistemas de innovación*. Cotec.
- Cuevas, N. (2008). *Diseño e implementación del sistema de vigilancia tecnológica en Geominera*.
- Damanpour, F., & Evan, W. M. (1998). Theories of organizational structure and innovation adoption: The role of environmental change. *Journal of Engineering and Technology Management*, 15(1), 1-24.

- De Ortega, M. L. (2018). Puertos inteligentes e innovación tecnológica. En *Reunión Latinoamericana de la Asociación Internacional de Puertos*. OEA.
- Dumortier, C. (2018, 31 de mayo). El auge de los datos masivos en puertos y terminales. *OpenDataSoft*. <https://n9.cl/7ep5n>
- Edvinsson, L., & Malone, M. S. (1996). Developing a model for managing intellectual capital. *European Management Journal*, 14(4), 356-364.
- Eppinger, S. D., & Ulrich, K. T. (2004). *Diseño y desarrollo de productos*. Mc Graw Hill.
- Fernández Ignacio, O. (2020). *La gestión de la innovación abierta en las pymes: Retos, tendencias y oportunidades para competir en el mercado* [Tesis doctoral, Universitat Internacional de Catalunya].
- Gastón, B. (2019). La teoría de los sistemas complejos y la teoría de los sistemas sociales en las controversias de la complejidad. *Convergencia*, 27.
- Gómez Herrera, G. (s.f.). La innovación como estrategia y solución empresarial para impulsar la competitividad y un crecimiento sostenido a largo plazo. *Revista Ciencia y Mar*, 13(38).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Hurtado de Barrera, J. (2008). *Cómo formular objetivos de investigación*. Quirón.
- Igartua Lopez, J. I. (2009). *Gestión de la innovación en la empresa vasca: Contribución de las herramientas de gestión de la innovación* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia].
- INECO. (2017). Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras. *Ministerio de Fomento*, 74-75.
- Jorge, R. V. (2010). *Introducción a la gestión tecnológica*. Universidad Nacional de Colombia.
- Lindgerg, D. (2002). *Los inicios de la ciencia occidental*. Paidós.

- López, O., & Blanco, M. (2009). Evolución de los modelos de la gestión de innovación. *InnOvaciOnes de NegOciOs* 5(2), 251 -264.
- Marquis, D. G. (1969). The anatomy of successful innovations. *National Science Foundation, Technical Report*, 69(1).
- Myers, S., & Marquis, D. G. (1969). *Successful industrial innovations: A study of factors underlying innovation in selected firms*. National Science Foundation.
- Nuchera Hidalgo, A., & León Serrano, G. (2002). *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. Pirámide.
- Núñez, J. J. (1999). *La ciencia y la tecnología como proceso social. Lo que la educación científica no debería olvidar*. OEI, Programa Ciencia, Tecnología y Sociedad.
- Orellana Quezada, D. P. (2017). *La innovación tecnológica y su incidencia en la competitividad empresarial de las pymes de la industria manufacturera de la provincia del Azuay–Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Padrón, J. (2014). Proyecto de epistemología en DVD. En *Doctorado en Ciencias Humanas*. Universidad del Zulia.
- Palella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Fe-deupel.
- Prieto Monzón, P. P. (2022). *Modelo de gestión de la innovación tecnológica para empresas del sector naviero y portuario* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Piura].
- Robledo Velásquez, J. (2010). *Introducción a la gestión tecnológica*. Universidad Nacional de Colombia.
- Rothwell, R. (1977). The characteristics of successful innovations and technically progressive firms (with some comments on innovations research). *R&D Management*, 7(3), 191-206.
- Rothwell, R. (1994). *Generation innovation process*.

- Rothwell, R., & Zegveld, W. (1985). *Reindustrialization and technology*. Longman.
- Sáez González, R., & Padrón Guillén, J. (2013). Consideraciones teóricas en el diseño de modelos. *Revista de Trabajo Social*, 3(1), 37-61.
- Salama Benazar, R. (2016). *Elaboración de un modelo analítico que permita relacionar el transporte marítimo, la globalización y el desarrollo económico. Casos de estudio: Venezuela, Colombia, Perú y Brasil* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña].
- Santamarta, N. P. (2020, 5 de julio). Top 3 de los avances tecnológicos en el sector marítimo y portuario. *Noticias Puerto Santa Marta*. <https://n9.cl/eiazz>
- Taylor, S., & Bogdan, R. (2006). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós.
- Van de Ven, A. H. (1986). Central problems in the management of innovation. *Management Science*, 32(5), 590-607.
- Velasco Balmaseda, E., & Zamanillo Elguezabal, I. (2007). *Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: Desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación*.
- Villas Tinoco, M. T. (2000). *Historia, ciencia y tecnología*. Málaga.



Religación
Press
Ideas desde el Sur Global



Religación

Press

ISBN: 978-9942-594-60-0



9 789942 594600