

Modelo operacional para el trabajo colaborativo en centros de investigación en América Latina

Operational model for collaborative work in research centers in Latin America

Modelo operacional para o trabalho colaborativo em centros de pesquisa na América Latina

Recibido: Febrero 2025 Aprobado: Junio 2025 DOI: <https://doi.org/10.22490/unad.27452115.10784>

Ing. MSc. Juan Carlos Linares Arias Universidad Rafael Belloso Chacín. Correo electrónico: linaresdidacta@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6010-8548>

Dra. Sandra Acevedo Zapata Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Correo electrónico: sandrasaz359@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0518-0234>

RESUMEN

Los centros de investigación son organismos que tienen como finalidad crear nuevo conocimiento y están llamados a generar desarrollos de ciencia aplicada, desempeñando un papel fundamental como generadores de avances científicos, lo cual no se ha cumplido en América Latina, ya que los resultados obtenidos son mayoritariamente de ciencia básica y con un bajo impacto en el ámbito práctico. Este artículo tiene como propósito presentar el modelo de operación propuesto por Linares (2024), que forma parte de su tesis doctoral, como un aporte para fortalecer la gestión operacional en la investigación, con base en los resultados obtenidos por el autor a partir de una muestra poblacional de centros de investigación de 18 países de la región. Esta investigación se llevó a cabo según el paradigma cuantitativo. A continuación se presenta la estructura del modelo operacional, que permite fijar un plan estratégico basado en una serie de recomendaciones para fortalecer la operatividad y el alcance de la finalidad de gestión de la ciencia y la construcción de conocimiento. La principal conclusión es que la problemática que afecta a los centros de investigación es multidimensional, debido a una serie de debilidades que disminuyen el rendimiento de estas instituciones y el desarrollo de los proyectos de I+D, resaltando las deficiencias en la exploración tecnológica, así como las deficiencias estructurales y presupuestarias.

ABSTRACT

Research centers are organizations whose purpose is to create new knowledge and are called upon to generate developments in applied science, playing a fundamental role as generators of scientific advances, which has not been fulfilled in Latin America, since the results obtained are mostly basic science with a low impact in the practical sphere. The purpose of this article is to present the operational model proposed by Linares (2024), which is part of his doctoral thesis, as a contribution to strengthen operational management in research, based on the results obtained by the author from a population sample of research centers in 18 countries of the region. This research was carried out according to the quantitative paradigm. The structure of the operational model is presented below; it allows setting a strategic plan based on a series of recommendations to strengthen the operability and scope of science management and knowledge construction. The main conclusion is that the problems affecting the research centers are multidimensional due to a series of weaknesses that affect the performance of these institutions and the development of R&D projects, highlighting deficiencies in technological exploration, structural aspects and budgetary issues.

RESUMO

Os centros de pesquisa são organizações que têm como finalidade criar novos conhecimentos e são chamados a gerar desenvolvimentos em ciência aplicada, desempenhando um papel fundamental como geradores de avanços científicos, o que não tem sido cumprido na América Latina, uma vez que os resultados obtidos são em sua maioria ciência básica e têm baixo impacto no campo prático. O objetivo deste artigo é apresentar o modelo de funcionamento proposto por Linares (2024), que faz parte de sua tese de doutorado, como contribuição para fortalecer a gestão operacional em pesquisa, a partir dos resultados obtidos pelo autor a partir de uma amostra populacional de centros de pesquisa de 18 países da região. Esta pesquisa foi realizada segundo o paradigma quantitativo. A seguir é apresentada a estrutura do modelo operacional, que permite estabelecer um plano estratégico baseado em uma série de recomendações para fortalecer a operacionalidade e o alcance do propósito de gestão da ciência e construção do conhecimento. A principal conclusão é que o problema que afeta os centros de investigação é multidimensional, devido a uma série de fragilidades que reduzem o desempenho destas instituições e o desenvolvimento de projetos de I&D, destacando deficiências na exploração tecnológica, bem como deficiências estruturais e orçamentais.

PALABRAS CLAVE:

centros de investigación, I+D, investigación colaborativa, desarrollo tecnológico, políticas públicas, ciencia y tecnología.

KEYWORDS:

research centers, R&D, collaborative research, technological development, public policy, science and technology.

PALABRAS-CHIAVE:

centros de pesquisa, P+D, pesquisa colaborativa, desenvolvimento tecnológico, políticas públicas, ciência e tecnologia

INTRODUCCIÓN

Por definición, los centros de investigación son organismos que tienen como finalidad crear nuevo conocimiento y están llamados a generar desarrollos de ciencia aplicada, desempeñando un papel fundamental como generadores del conocimiento científico (OCDE, 2018), cuyos resultados deberían conducir a transformaciones en los sistemas de innovación (Giachi, 2019), objetivo que no se ha cumplido en América Latina, ya que los resultados obtenidos en estos organismos son mayoritariamente de ciencia básica y con un bajo impacto desde el punto de vista práctico (CEPAL, 2021).

Ahora bien, pretender hacer de estas instituciones verdaderas fuentes de conocimiento científico y tecnológico implica asumir una serie de retos multidimensionales. Es necesario comenzar por entender la realidad en la que están inmersas, considerando la variedad de condiciones de cada uno de los países de la región. Sobre esta base, es necesario definir un modelo operacional cuyo propósito sea lograr que estas instituciones cumplan con su papel de generadores de conocimiento, de modo que su implementación conlleve soluciones e innovaciones que contribuyan a la disminución de las desigualdades y de la brecha existente entre los países desarrollados —productores de tecnología— y América Latina.

En este orden de ideas, autores como Filippucci et al. (2024) y Goldin et al. (2024) sostienen que el crecimiento económico de las últimas décadas ha disminuido debido a los débiles resultados de la productividad. De hecho, la tasa de crecimiento de la productividad laboral en las economías de la OCDE cayó alrededor del 2% anual entre los años setenta y noventa, y al 1% en la década de 2000. Por su parte, Fernández-Arias y Rodríguez-Apolinar (2016) afirman que la baja productividad ha sido la causa principal del modesto crecimiento económico de América Latina en las últimas déca-

das. Asimismo, el Informe de la UNESCO sobre la ciencia (2021) presenta cifras que reafirman esta tendencia: al comparar los años 2014 y 2018 se observa un crecimiento del Producto Interno Bruto mundial del 14,8% y un incremento de la inversión en investigación del 19,2% para el mismo periodo, mientras que en América Latina la inversión en investigación y desarrollo pasó del 0,73% al 0,66%, agravando la problemática en productividad y crecimiento económico.

Cabe mencionar lo expresado por Chiavenato (2017), que describe la planificación estratégica como el proceso de formular y ejecutar acciones con el propósito de insertar una organización, a través de su misión, en el entorno donde actúa; su producto básico es el plan de operación. Además, la estrategia debe corresponder con la estructura de la organización y con los procesos internos que buscan producir efectos positivos en su desempeño. Por otro lado, es importante resaltar que la misión de los centros de investigación es, tal como se mencionó al comienzo, generar nuevo conocimiento que contribuya a la solución de problemas o que pueda aplicarse a través de desarrollos tecnológicos. Esto justifica el propósito de desarrollar un modelo de operación enfocado en fortalecer a estas instituciones y facilitar la ejecución de los proyectos de I+D que llevan a cabo.

Con base en lo expuesto, surge este artículo que busca dar respuesta a la pregunta: ¿Qué modelo operacional es necesario para fortalecer los centros de investigación y para que puedan llevar a cabo proyectos de I+D con impactos significativos en el desarrollo tecnológico de los países de América Latina? Y, tal como plantea De Weck (2020), configurar una hoja de ruta que se pueda implementar en estos organismos comienza con dar respuesta a tres preguntas básicas, a saber: ¿dónde están los centros de investigación hoy día?, ¿a dónde podrían llegar si continúan por ese camino? y ¿a dónde deberían apuntar?

Dicho de otra forma: primero hacer un análisis de la situación actual; luego, una proyección con base en las fortalezas; y, por último, hacer recomendaciones que puedan potenciar las debilidades y definir los ejes transversales de desarrollo que faciliten la ejecución de sus proyectos y permitan lograr el impacto esperado.

Este artículo toma como base plantamientos y resultados de la encuesta realizada por Linares (2024) para su tesis doctoral, referente al estudio de los centros de investigación colaborativa en 18 países de América Latina y sus proyectos de I+D. Cabe agregar la escasa literatura existente sobre las dinámicas y el contexto en que se desenvuelven estos organismos de investigación y su impacto en el desarrollo tecnológico de la región, así como el papel que juegan en las políticas de ciencia y tecnología, en un mundo en el cual el desarrollo de los países se fundamenta en la tecnología y la innovación, dejando en el pasado la época en que se sustentaba en la exportación de materias primas.

METODOLOGÍA

Esta investigación se llevó a cabo según los lineamientos del paradigma cuantitativo, dado que se fundamenta en la medición de una serie de indicadores cuyas frecuencias se representan de forma numérica y cuyos resultados se han sometido a procedimientos de estadística descriptiva. Desde el punto de vista epistemológico, es una investigación secundaria o basada en evidencia, ya que se fundamenta en los resultados obtenidos por Linares (2024) en su tesis doctoral¹, considerándola como la fuente primaria.

¹ La investigación se realizó a través de una tesis doctoral en la Universidad Rafael Belloso Chacín, titulada “Centros de investigación colaborativa para impulsar proyectos de investigación y desarrollo en América Latina para optar al título de doctor en Ciencia tecnología e innovación”.

El procedimiento metodológico contempla tres fases: (1) extracción de los datos contenidos en la fuente primaria que describen la situación actual de los centros de investigación; (2) análisis estadístico de la información obtenida; y (3) elaboración de una hoja de ruta enfocada en fortalecer estos centros y potenciar los proyectos de I+D. La fuente primaria basó su estudio en una muestra poblacional de centros de investigación de 18 países de América Latina.

Para el estudio de los centros de investigación de la muestra poblacional, Linares (2024) considera cuatro dimensiones: talento humano, infraestructura, colaboración y exploración tecnológica; y cuatro indicadores por cada dimensión (tabla 1). Como instrumento de recolección de datos diseñó una encuesta de 48 ítems con escala de Likert de cinco categorías, que van desde la mayor favorabilidad (5) hasta la menor (1), refiriéndose al

estado o condiciones de cada indicador. Para la validación del instrumento lo sometió a juicio de un grupo de expertos y profesionales relacionados con el tema. Asimismo, para la confiabilidad, aplicó la técnica del coeficiente de Cronbach, obteniendo un resultado de $\alpha = 0,98$, lo cual representa un excelente coeficiente de confiabilidad.

Tabla 1.
Dimensiones e indicadores

DIMENSIONES	INDICADORES
Talento humano	Investigadores titulares Investigadores en formación Investigadores colaboradores Especialistas en IA
Infraestructura	Infraestructura lógica Infraestructura funcional Infraestructura física Infraestructura tecnológica
Colaboración	Empresas privadas Organismos de I+D Gobierno nacional Empresas de base tecnológica
Exploración tecnológica	Inventores privados Firmas industriales Universidades Startups

Fuente: Linares, 2024.

En cuanto al análisis de los datos, el autor citado empleó técnicas de estadística descriptiva, con base en tres criterios: la distribución de frecuencias de las cinco categorías de la escala de Likert; las medidas de tendencia central, con el cálculo de la media muestral; y la varianza junto con la desviación estándar, estadístico que muestra la dispersión de los valores respecto a la tendencia central.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Linares (2024) consideró una muestra poblacional formada por 18 centros de investigación, uno por cada país de la región, a los cuales se les envió el instrumento una vez validado y determinada su confiabilidad. Del total de la muestra, se obtuvo respuesta de 15 países, lo que representa el 83,3%; el restante 16,7% se

consideró como “no responde”. Los resultados obtenidos para los indicadores que se muestran en la tabla 1, y agrupados según su frecuencia, están contenidos en la tabla 2. La contextualización, discusión y análisis que se hacen a continuación se enfocan principalmente en las debilidades y fortalezas de estos centros, con el fin de dar respuesta a las preguntas planteadas en la introducción.

Tabla 2.*Distribución de frecuencia según la escala de Likert en los indicadores*

DIMENSIONES	INDICADORES	5	4	3	2	1	MEDIA	M_IND (*)
Talento humano	Investigadores titulares	14	12	14	4	1	3,76	3,67
	Investigadores en formación	8	20	10	4	3	3,58	
	Investigadores colaboradores	20	18	4	2	1	4,20	
	Especialistas en IA	5	14	14	6	6	3,13	
Infraestructura	Infraestructura lógica	3	7	8	14	13	2,40	3,18
	Infraestructura funcional	5	22	10	3	5	3,42	
	Infraestructura física	5	27	8	3	2	3,67	
	Infraestructura tecnológica	5	15	15	6	4	3,24	
Colaboración	Empresas privadas	7	13	13	5	7	3,18	3,27
	Organismos de I+D	15	22	8	0	0	4,16	
	Gobierno nacional	6	12	15	2	10	3,04	
	Empresas de base tecnológica	6	8	10	9	12	2,71	
Exploración tecnológica	Inventores privados	3	6	15	9	12	2,53	2,81
	Firmas industriales	4	6	16	5	14	2,58	
	Universidades	8	17	13	1	6	3,44	
	Start-ups	3	9	13	11	9	2,69	
Totales acumulados		117	228	186	84	105	720	3,23
Porcentaje por categoría		16,3	31,7	25,8	11,7	14,6	100,0	

(*) Media de los indicadores correspondientes a la dimensión

Fuente: Linares, 2024.

De la dimensión talento humano, Linares (2024), con base en los estudios llevados a cabo por Frutos-Belizón et al. (2023), Feld y Kreimer (2020) y Wang et al. (2023), hace una clasificación del personal que labora en los centros de investigación, tomando como referencia las habilidades de investigación, el conocimiento científico y las competencias funcionales, de emprendimiento, pensamiento lógico y base tecnológica, clasificándolos en: investigadores titulares, investigadores en formación, investigadores colaboradores y especialistas en inteligencia artificial. La gráfica 1 contiene

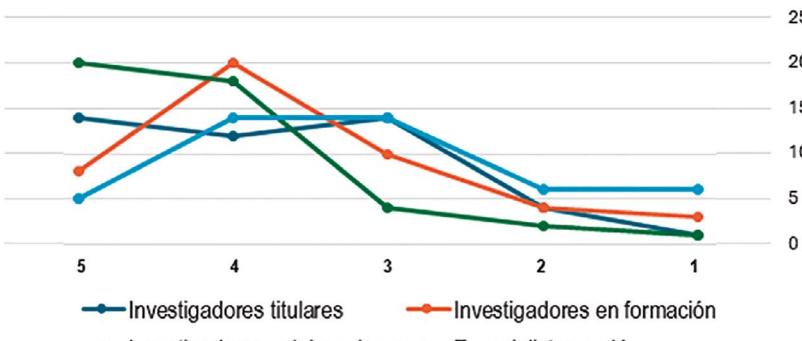
los resultados obtenidos en la distribución de frecuencia de los cuatro indicadores que describen esta dimensión, con base en las categorías de la escala de Likert.

Según los autores citados, los investigadores titulares son académicos catedráticos o profesores titulares con más de veinte años de experiencia en investigación que se desempeñan como personal de planta. Los investigadores en formación son catedráticos y personal docente con menos de veinte años de trayectoria; su debilidad principal es la poca ex-

periencia en la gestión de proyectos de investigación. Los investigadores colaboradores son profesionales con experiencia que provienen de otros centros, facilitando la cooperación interinstitucional y la transferencia de conocimiento y experiencia. Por último, los especialistas en inteligencia artificial, cada vez más presentes en los equipos de trabajo de los centros a nivel mundial, contribuyen al aumento y aceleración de las investigaciones, a la generación y validación de hipótesis, a los diseños experimentales y a la recopilación de información e identificación de patrones.

Figura 1.

Distribución de frecuencia por categoría para los indicadores de la dimensión talento humano



Fuente: Linares, 2024.

La gráfica muestra una favorabilidad para los tres tipos de investigadores, resaltando los colaboradores, con una media de 4,20 en la escala de 5, según la tabla 1, lo cual sugiere que estos tienen una posición preponderante en la dinámica de los centros, incluso mayor que la de los investigadores titulares (media 3,76 en la escala de 5), que son los de mayor experiencia y trayectoria en investigación. La baja puntuación obtenida por los especialistas en inteligencia artificial (3,13 en la escala de 5) sugiere que, en los centros de investigación que conforman la muestra, estos especia-

listas tienen muy poca presencia en los equipos de trabajo, aun cuando los investigadores usen herramientas de IA para llevar a cabo tareas puntuales.

En un contexto cada vez más competitivo y globalizado, no contar con estos especialistas se convierte en una desventaja que afectará de manera significativa el rendimiento y el impacto de los resultados alcanzados en los proyectos de I+D. Asimismo, esta deficiencia puede afectar de manera importante la posibilidad de desarrollar nuevas capacidades tec-

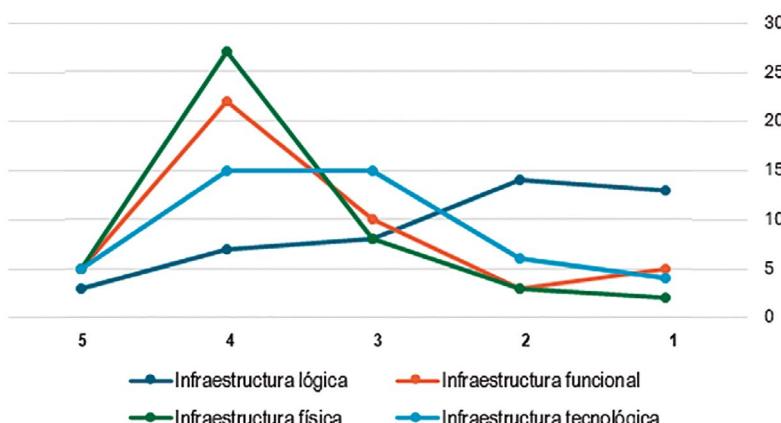
nológicas, aumentar el rendimiento y la competitividad que comúnmente se logran mediante la implementación de la inteligencia artificial como herramienta de trabajo y en la gestión del conocimiento, indispensable en las organizaciones y empresas cuyo principal capital es el conocimiento y la experiencia (Filippucci et al., 2024).

De la dimensión infraestructura, cabe mencionar, como señala Linares (2024), que en la mayoría de los casos los centros de investigación disponen de sus propias instalaciones, instrumental especializado y unidades técnicas. De igual forma, en ocasiones recurren al uso de equipos de otras entidades u organizaciones. Para el estudio de esta dimensión, el autor considera cuatro indicadores: las infraestructuras lógica, funcional, física y tecnológica.

La infraestructura lógica la forman procedimientos, bases de datos y software especializado, incluyendo herramientas de inteligencia artificial y procesos de gestión del conocimiento que tengan un efecto directo sobre la productividad de los centros de investigación. La infraestructura funcional se enfoca en tres modelos de operación y funcionamiento: uno basado en la libertad de los investigadores (modelo académico), otro basado en el liderazgo del director (modelo híbrido) y un tercero basado en la influencia de un socio externo, por ejemplo, una empresa (modelo corporativo). Se incluye también la infraestructura física, que engloba las instalaciones de investigación que requiere el centro para llevar a cabo los proyectos de I+D. Por último, la infraestructura tecnológica, por lo general, está formada por equipos especializados y costosos que requieren de personal debidamente capacitado tanto para su operación como para su mantenimiento, lo que limita su accesibilidad; a su vez, en muchos casos son imprescindibles para determinadas tareas.

Figura 2.

Distribución de frecuencia por categoría para los indicadores de la dimensión infraestructura



Fuente: Linares, 2024.

De los cuatro indicadores contenidos en la gráfica 2, sobresale la infraestructura física, lo que sugiere la relevancia que los encuestados asignan a las instalaciones en la operatividad y consecución de los proyectos de I+D. Asimismo, llama la atención la poca favorabilidad de los indicadores de infraestructura lógica y tecnológica, lo que refleja una debilidad importante en estas estructuras y que puede traducirse en menores niveles de eficiencia, competitividad e impacto de los resultados obtenidos por los centros de investigación. Hay que tener presente que la posible causa de estas debilidades puede ser de carácter económico, considerando la disminución sostenida en las inversiones en ciencia y tecnología en los países de América Latina, tal como lo refleja la CEPAL (2021).

Cabe agregar que el tema de la plataforma tecnológica tiene una particular importancia frente a los procesos de transformación digital y los cambios que esto desencadena. Por un lado, la velocidad de los cambios y, por otro, la masificación de nuevas soluciones tienen un impacto significativo en la eficiencia de los procesos y en la competitividad a nivel global. Además, el liderazgo que en algunos casos van perdiendo los centros de investigación lo están ocupando startups y laboratorios de investigación de empresas privadas, (Breznitz, 2021).

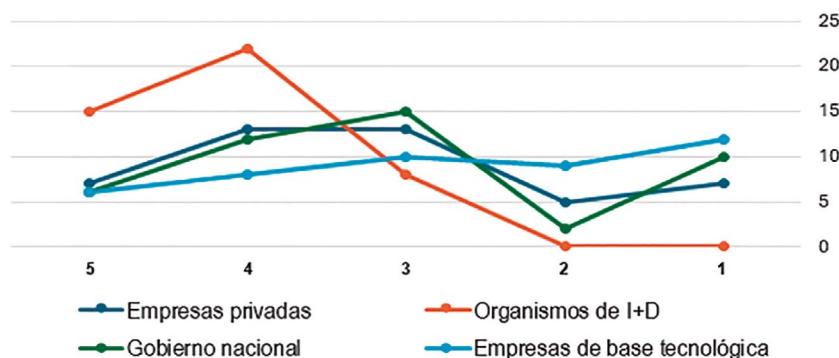
De la dimensión colaboración, Linares (2024) plantea que en los centros de investigación que trabajan de manera colaborativa intervienen actores de diversa naturaleza, como empresas privadas, entidades del Gobierno y otras instituciones de investigación, que se relacionan en mayor o menor medida, dependiendo de la naturaleza de los proyectos. Así, las instituciones que se vinculan de manera colaborativa mayoritariamente son: empresas privadas, otros organismos de investigación y desarrollo, gobierno nacional y empresas de base tecnológica.

En los países desarrollados es frecuente la colaboración entre empresas privadas y centros de investigación, hasta el punto de que en algunos casos las empresas se han convertido en socios o accionistas (Giachi, 2019). Para América Latina esta tendencia apenas se vislumbra y la literatura consultada muestra poca información sobre esta colaboración en la región (CEPAL, 2021). Los orga-

nismos de I+D, por su parte, son instituciones dedicadas a la generación de nuevo conocimiento y se pueden identificar cuatro categorías: organismos públicos con competencia en I+D, otros centros de investigación y desarrollo adscritos a universidades, y organismos de intermediación o de soporte como los parques tecnológicos (OCDE, 2018).

Figura 3.

Distribución de frecuencia por categoría para los indicadores de la dimensión colaboración



Fuente: Linares, 2024.

Por su parte, los gobiernos nacionales, en su propósito de promover la ciencia y la tecnología en sus respectivos países, son importantes colaboradores de estos centros mediante la asignación de fondos para investigación y otros aportes provenientes de organismos multilaterales (CEPAL, 2021). Por último, las empresas de base tecnológica suelen colaborar a través de acuerdos bilaterales, dando forma a las investigaciones y condicionando las implicaciones de los resultados obtenidos en los proyectos de I+D.

En la figura 3 se observa una favorabilidad levemente superior de los organismos de I+D (media 4,16 en la escala de 5, según la tabla 2) con relación al indicador gobierno nacional (media 3,04 en la escala de 5), siendo uno de

los valores más altos de los 16 indicadores de las dimensiones que describen los centros de investigación. Esto sugiere que existe una evidente colaboración entre unidades de investigación similares en la consecución de proyectos de I+D, en contraposición con la colaboración mostrada con las empresas de base tecnológica, cuyo propósito apunta más a resultados de mayor aplicabilidad, como soluciones tecnológicas con aplicaciones comerciales y prácticas.

De la dimensión exploración tecnológica, también llamada prospectiva tecnológica, el autor plantea que es una función clave de la gestión tecnológica y debe incluirse como tarea, dado que su propósito es explorar el ecosistema en el cual se desenvuelve el centro de investigación, buscando

nuevas opciones tecnológicas o soluciones enfocadas en atender necesidades o fortalecer las existentes. Entre las fuentes más comunes se encuentran: inventores privados, firmas industriales, universidades y startups.

Linares (2024), citando a De Weck (2022), plantea que los inventores privados representan fuentes primarias de innovación e información en forma de documentos, informes técnicos, publicaciones de autores o código

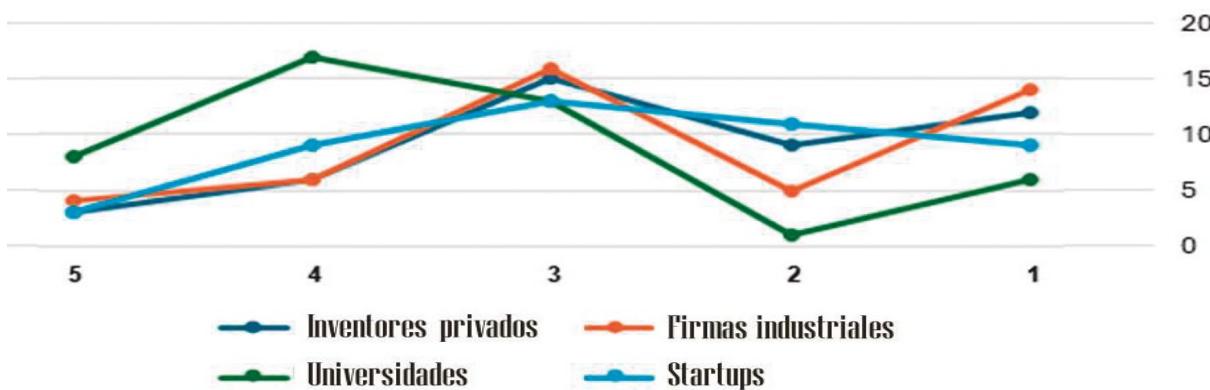
fuente. Las firmas industriales también son responsables de parte importante de la innovación tecnológica como consecuencia de su función de I+D enfocada a resultados aplicables, con ánimo de lucro y, en muchos casos, investigación científica básica y aplicada.

Asimismo, las universidades, por su naturaleza, se han convertido en fuentes importantes de nuevo conocimiento científico, tal como lo de-

muestran las estadísticas de las publicaciones arbitradas a nivel latinoamericano. En particular, los centros de investigación que comúnmente están vinculados o forman parte de departamentos o unidades académicas son responsables de buena parte de estos desarrollos (CEPAL, 2021). Por último, las startups, empresas de base tecnológica de rápido crecimiento, se han convertido en fuentes relevantes de innovación y son responsables de muchos desarrollos disruptivos.

Figura 4.

Distribución de frecuencia por categoría para los indicadores de la dimensión exploración tecnológica



Fuente: Linares, 2024.

De las cuatro dimensiones que describen los centros de investigación, la exploración tecnológica es la de menor favorabilidad (2,81 en la escala de 5), lo que sugiere deficiencias en cuanto a la exploración tecnológica por parte de los centros de la muestra. En lo referente al comportamiento de los indicadores, la curva de universidades indica mayor favorabilidad (3,44 en la escala de 5), lo que sugiere que buena parte de la perspectiva tecnológica llevada a cabo por estos centros se realiza en las universidades y su entorno inmediato en busca de nuevas capacidades tecnológicas, aun cuando el desarrollo y dominio tecnológico de estas instituciones pueda ser limitado debido a

las restricciones presupuestarias que las afectan. La relevancia de este indicador radica en que la exploración tecnológica permite identificar áreas estratégicas y nuevas fortalezas tecnológicas que el centro debe incorporar en su planificación para alcanzar niveles de competitividad superiores.

Propuesta de modelo operacional

Tal como se planteó en la introducción, para definir los lineamientos indispensables en los centros de investigación de América Latina con el fin de lograr impactos significativos en el desarrollo tecnológico de la región, se requiere un modelo de ope-

ración orientado al fortalecimiento de estos organismos. Con este enfoque, Linares (2024), en su tesis doctoral, plantea un modelo de operación que debería guiar a los centros de investigación orientados a trabajar de forma colaborativa con otras instituciones que comparten intereses en el desarrollo de proyectos de I+D.

El modelo tiene tres fases. La primera consiste en un análisis interno de las condiciones de operatividad y su alcance, basado en las debilidades (factores internos) y las amenazas (factores externos). Este análisis permite dar respuesta a la pregunta: ¿dónde están los centros de investigación hoy día? La segunda fase se

enfoca en analizar las fortalezas internas y las oportunidades de desarrollar soluciones a problemas del entorno, para luego evaluar la factibilidad de crecimiento apoyándose en sus capacidades tecnológicas; responde a la pregunta: ¿a dónde podrían llegar si continúan por ese camino? En la tercera fase se generan recomendaciones para fortalecer las debilidades identificadas, con el propósito de mejorar la operatividad y la capacidad de desarrollo, a partir de la exploración tecnológica en áreas críticas según la realidad y contexto de cada país, el trabajo colaborativo con otros centros de investigación e instituciones para desarrollos conjuntos, y la sustentabilidad económica o sostenibilidad, según la ideología o posición filosófica que se adopte, que les permitan operar con sus propios recursos financieros. Así se responde a la tercera pregunta: ¿a dónde deberían apuntar los centros de investigación en América Latina?

Con base en los datos tomados de la investigación de Linares (2024), se desarrollan las tres fases descritas y se proponen recomendaciones como parte del modelo de operación. Es necesario aclarar que dichas recomendaciones se hacen de manera generalizada debido a la diversidad de centros de investigación objeto de estudio y a las realidades particulares de cada uno.

Fase 1: análisis de las condiciones de operatividad. El análisis de la fase I inicia con un diagnóstico de las dimensiones que describen la operatividad y funcionalidad de los centros de investigación, empezando por aquellas que presentan las mayores limitaciones y debilidades, que en este caso corresponden a la exploración tecnológica (2,81 en la escala de 5), cuyos cuatro indicadores muestran bajos niveles de favorabilidad.

El análisis requerido en esta fase está contenido en el apartado de resultados de este artículo y, con base en lo

expuesto, se puede sintetizar lo siguiente:

- Los centros de investigación presentan debilidades en las actividades vinculadas con la búsqueda de nuevas tecnologías, lo cual representa una limitante importante para el desarrollo de nuevas capacidades en un mundo marcado por la rapidez de los procesos de transformación digital.
- Dado que el mayor esfuerzo de exploración tecnológica de los centros se realiza en el entorno universitario, el proceso de transferencia de tecnología será limitado debido a los presupuestos deficientes que restringen la actualización de la plataforma tecnológica.

Fase 2: análisis de las fortalezas y las oportunidades. El proceso en esta fase permite visualizar el desempeño de los centros en el mediano plazo con base en las fortalezas y la factibilidad de los proyectos de I+D, considerando el impacto causado por factores externos, tales como los presupuestos, las nuevas soluciones tecnológicas y las políticas gubernamentales. En este sentido, se plantea lo siguiente:

- Tal como propone Frutos-Belizón et al., (2023), llevar a cabo proyectos de I+D es cada vez más costoso; uno de los factores es la tecnología, que en la medida en que aumenta su nivel de especialización se encarece, y si se mantiene la tendencia en las inversiones en ciencia y tecnología en los países de la región, el nivel de competitividad e impacto de estos proyectos será cada vez menor (CEPAL, 2021).
- La falta de políticas públicas adecuadas en ciencia y tecnología que promuevan el desarrollo de proyectos de I+D en áreas críticas constituye un obstáculo que deben superar los centros de inves-

tigación. Consecuencia de esta realidad es que la investigación llevada a cabo en América Latina y el nuevo conocimiento que allí se desarrolla no tendrá un impacto significativo en el bienestar de las comunidades ni en el sector empresarial.

- Ante esta realidad, las oportunidades de desarrollo las asumen los equipos de investigación de empresas de otras latitudes o startups que surgen para llevar soluciones innovadoras al mercado, trayendo consigo la pérdida de liderazgo de los centros de investigación como organismos generadores de nuevo conocimiento.

Fase 3: recomendaciones estratégicas (síntesis). La última fase propuesta por Linares en su modelo de operación se orienta a responder la tercera pregunta mediante recomendaciones respecto al rumbo que deberían tomar los centros de investigación en América Latina. Entre las recomendaciones principales se destacan:

- Incluir la exploración tecnológica como una función urgente y estratégica para adquirir nuevas capacidades tecnológicas en las áreas de experticia. En esa búsqueda deben prevalecer las tendencias y líneas de investigación de mayor impacto a nivel regional y global; los resultados de la prospectiva deben incorporarse a los lineamientos de la planificación estratégica de los centros.
- Establecer protocolos y convenios de cooperación con centros de investigación e instituciones que desarrollen las mismas líneas de interés, a nivel nacional e internacional, para el intercambio de conocimiento y experiencias y para abordar proyectos que por su complejidad, costo o tecnología resulten difíciles de realizar de manera aislada. Crear grupos de desarrollo en los que cada centro

- aporte sus fortalezas es una vía para aumentar el impacto.
- Emprender proyectos rentables a través de convenios con el sector privado que permitan obtener ingresos de manera autónoma y depender en menor medida de las asignaciones gubernamentales. En tal sentido, los centros deben incorporar la sustentabilidad como eje transversal en sus planes de desarrollo, de manera que sea factible alcanzar sus objetivos.
 - Incorporar herramientas de inteligencia artificial tanto en la operatividad de los centros como en la ejecución de proyectos y tareas específicas (Linares et al., 2023). De igual manera, la gestión del conocimiento se ha convertido en un elemento fundamental en organizaciones que sustentan su trabajo en el manejo de la información, la experticia, la identificación de patrones y el estudio de tendencias (Milton y Lambe, 2020), lo que la hace imprescindible en estas instituciones.

CONCLUSIONES

Los centros de investigación en América Latina presentan debilidades

estructurales y operacionales consecuencia de múltiples factores que limitan sus capacidades tecnológicas; entre las de mayor impacto se encuentran la falta de exploración tecnológica, los presupuestos deficientes y la ausencia de directrices que orienten los proyectos de I+D que llevan a cabo. Estas debilidades limitan su impacto y competitividad y, a su vez, las hacen poco atractivas al momento de establecer convenios y asociaciones estratégicas con otros actores, incluidas las empresas privadas.

Promover cambios en las estructuras de los centros de investigación y potenciar su papel como generadores de nuevo conocimiento y soluciones tecnológicas requiere, por parte de los gobiernos, la concreción de políticas públicas coherentes que orienten propuestas y planes de desarrollo hacia líneas estratégicas que, por un lado, contribuyan al desarrollo y bienestar del país y, por otro, proporcionen a los centros de investigación el apoyo financiero e institucional necesario para cumplir sus tareas como generadores de conocimiento que se traduzcan en bienestar para las comunidades y en desarrollo económico.

Es preciso mencionar también que no basta con elaborar un modelo de operación; es igualmente importante saber cómo implementarlo. Esto requiere un compromiso del personal involucrado tanto en la implementación como en la evaluación, en el manejo de los recursos y en los ajustes necesarios. Este elemento normativo resulta de la combinación de la reestructuración y un plan estratégico integrados de tal forma que faciliten y potencien la misión de los centros de investigación, independientemente de los retos que deban afrontar.

Es importante y necesario profundizar en esta línea de investigación ya que, según la literatura consultada, son pocos los estudios que se han llevado a cabo en torno a la problemática que afecta a los centros de investigación en los países de América Latina. En este sentido, las investigaciones realizadas por Linares et al., (2023) y Linares, (2024) y el presente artículo tienen como propósito servir de referente para nuevas investigaciones orientadas al fortalecimiento de los sistemas de ciencia y tecnología apalancados en los centros de investigación como instrumentos de operacionalización de las políticas públicas en ciencia y tecnología en América Latina.

REFERENCIAS



- Breznitz, D. (2021). *Innovation in Real Places. Strategies for Prosperity in an Unforgiving World*. Oxford University Press. New York.
- CEPAL (2021). *Innovación para el desarrollo: la clave para una recuperación transformadora en América Latina y el Caribe (LC/CCITC.3/3)*. Santiago, Chile. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47544-innovacion-desarrollo-la-clave-recuperacion-transformadora-america-latina-caribe>
- Chiavenato, I. (2017). *Planificación estratégica: fundamentos y aplicaciones*. 3.^a ed., McGraw-Hill Interamericana Editores. México. <https://latam.redilat.org/index.php?journal=lt&page=article&op=view&path%5B%5D=200>
- De Weck, O. (2022). *Technology Roadmapping and Development: A quantitative approach to the management of technology*. Springer.
- Feld, A., y Kreimer, P. (2020). Latinoamericanos en proyectos europeos: Asimetrías en la cooperación científica internacional. *Ciencia, tecnología y política*, 3(4), 035. <https://doi.org/10.24215/26183188e035>

Fernández-Arias, E., y Rodríguez-Apolinar, S. (2016). *The Productivity Gap in Latin America: Lessons from 50 Years of Development*. IDB Working Paper No. IDB-WP-692. <http://dx.doi.org/10.18235/0011731>

Filippucci, F., Gal, P., Jona-Lasinio, C., Leandro, A., y Nicoletti, G. (2024). The impact of Artificial Intelligence on productivity, distribution and growth: Key mechanisms, initial evidence and policy challenges, OECD Artificial Intelligence Papers, No. 15, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/8d900037-en>

Frutos-Belizón, J., García-Carbonell, N., Ruíz-Martínez, M., y Sánchez-Gardey, G. (2023). Disentangling international research collaboration in the Spanish academic context: Is there a desirable researcher human capital profile? *Research Policy*, 52(6), 104779. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104779>

Giachi, S. (2019). El papel de los centros de investigación colaborativa en los sistemas de innovación: innovaciones estructurales para la producción de conocimiento. *Revista Española De Sociología*, 28(3 - Sup1). <https://doi.org/10.22325/fes/res.2019.29>

Goldin, I., Koutroumpis, P., Lafond, F., y Winkler, J. (2024). Why Is Productivity Slowing Down? *Journal of Economic Literature*, 62(1), 196–268. <https://doi.org/10.1257/jel.20221543>

Linares, J. (2024). *Centros de investigación colaborativa para el impulso de proyectos de investigación y desarrollo en América Latina*. [Tesis Doctoral]. Universidad Rafael Belloso Chacín. Maracaibo, Venezuela.

Linares, J., Clemente, M., y Daza, J. (2023). Perspectivas de la gerencia de proyectos de desarrollo tecnológico en los centros de investigación vinculados a las universidades. Congreso Internacional Multidisciplinario de Investigación. Instituto Nacional de Formación Técnica Profesional de San Juan del Cesar, La Guajira – INFOTEP. Colombia.

Milton, N., y Lambe, P. (2020). *The Knowledge Manager's Handbook. A Step-by-step Guide to Embedding Effective Knowledge Management in Your Organization*. Kogan Page, 2nd edition, New York.

OCDE (2018). *Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental*. OECD Publishing, París/FEYCT, Madrid. <https://doi.org/10.1787/9789264310681-es>

UNESCO (2021). *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos / interamericanos*. Red de indicadores de ciencia y tecnología iberoamericana e interamericana. Montevideo. <https://www.ricyt.org/2021/11/ya-se-encuentra-disponible-el-estado-de-la-ciencia-2021/>

Wang, H., Fu, T., Du, Y., Gao, W., Huang, K., Liu, Z., et al. (2023). Scientific discovery in the age of artificial intelligence. *Nature*, 620, 47–60. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06221-2>