



Artículo de investigación

Evaluación de capacidades de investigación en un grupo de investigación: estudio de caso

Luz Eugenia Botero-Suaza¹  y Edwin Alexander Moncada-Acevedo² 

¹ Magíster en Desarrollo Organizacional. Docente investigadora en la Institución Universitaria de Envigado, Envigado, Colombia (autora de correspondencia). Correo electrónico: lebotero@correo.iue.edu.co

² Doctor en Química. Docente investigador en la Institución Universitaria de Envigado, Envigado, Colombia. Correo electrónico: eamoncadaa@correo.iue.edu.co

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 23 de marzo de 2023

Aceptado el 6 de julio de 2023

Online el 28 de julio de 2023

Códigos JEL:

M15, M19, O32, O33.

Palabras clave:

Innovación,
capacidades de innovación,
grupo de investigación,
caso de estudio,
instituciones de educación superior,
cierre de brechas,
I+D+i.

Keywords:

Innovation,
innovation capabilities,
research group,
case study,
university institutions,
gap closing,
R+D+i.

RESUMEN

Introducción / objetivo: es necesario que las instituciones de educación superior aporten en la resolución de problemáticas empresariales y sociales con elementos desde la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. Objetivo, evaluar las capacidades de innovación en el Grupo de Investigación en Tecnologías Emergentes, Sostenibles e Inteligentes (GITESI) de la Facultad de Ingeniería en la Institución Universitaria de Envigado (IUE).

Metodología: enfoque cualitativo con alcance y diseño descriptivo, carácter exploratorio y transversal simple, porque se caracterizó la situación de tiempo en un periodo en específico. Como muestra, líder y los coordinadores de las líneas de investigación del grupo, así como algunos de los investigadores asociados a alguna de las líneas, la recolección de la información se realizó mediante entrevistas en profundidad.

Resultados: se obtiene una evaluación de las capacidades de innovación de acuerdo con las categorías definidas en el modelo CIGI, representadas con la herramienta Power BI.

Conclusiones: el grupo tiene capacidades de innovación en nivel alto, lo cual permite que los cambios puedan realizarse de manera más rápida, considerando el plan de acción propuesto para el cierre de las brechas. Además, se requiere diversificar las fuentes de gestión de recursos externos para el desarrollo de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

Evaluation of research capacities in a research group: Case study

ABSTRACT

Introduction / objective: Taking into account the current dynamics, where globalization and economic openness play a fundamental role in the development of countries, it is necessary that higher education institutions contribute to this development with

elements from research, technological development and innovation to solving business and social problems. In this sense, the research groups play a relevant role, therefore, the objective of this work is to evaluate the innovation capacities in the Research Group on Emerging, Sustainable and Intelligent Technologies (GITESI) of the Faculty of Engineering at the University Institution from Envigado.

Methodology: The study corresponds to the qualitative approach with scope and descriptive design, exploratory character due to the collection of data in primary sources that was carried out in one of the phases of the investigation, the Innovation Capacities tool for CIGI Research groups and simple cross-sectional was used because it was characterized the weather situation in a specific period. The sample was: the leader and the coordinators of the research lines of the group, as well as some of the researchers associated with any of the lines. The information was collected through in-depth interviews.

Results: An evaluation of the innovation capacities is obtained according to the categories defined in the CIGI model, these can be seen graphically using the Power BI tool, where the scores obtained are shown. Finally, an action plan is proposed to close the gaps.

Conclusions: An evaluation of the innovation capacities is obtained according to the categories defined in the CIGI model, these can be seen graphically using the Power BI tool, where the scores obtained are shown. Finally, an action plan is proposed to close the gaps.

Introducción

El ambiente económico mundial tiene como característica las transformaciones tecnológicas y cambios de la economía (Weller, 2020; Zhavoronok et al., 2022); estas características moldean el comportamiento de las organizaciones y de los grupos de investigación. De acuerdo con lo anterior, las organizaciones deben ser innovadoras, dada la competencia generada por la dinámica de los mercados, y es allí donde los grupos de investigación toman un papel relevante en la consecución de estos objetivos (Alonso-Berenguer & Gorina-Sánchez, 2019). De hecho, la innovación puede definirse como una combinación importante de recursos y capacidades que permite que las organizaciones se adapten a los nuevos retos, a través del uso, adaptación y generación de nuevas tecnologías (Acosta-Prado & Tafur-Mendoza, 2022). El desarrollo de capacidades de innovación permite que las organizaciones concreten su estrategia de innovación y especialmente desde los grupos de investigación les permita mejorar sus capacidades para la I+D, sus acciones de aprendizaje, gestión del conocimiento y la capacidad de gestión para la transferencia de tecnología al mercado (Valdez-Juárez et al., 2023).

A su vez, el desarrollo de un país depende, en gran parte, de sus sectores productivos y educativos y de las acciones que ellos realizan que contribuyen a dicho desarrollo (Núñez Jover et al., 2020). Considerando lo anterior, los grupos de investigación realizan un aporte importante en el desarrollo tecnológico, económico y social de una organización, sector o país (Liu et al., 2022). No obstante, muchos de los proyectos de investigación ejecutados tanto en el entorno empresarial, como en el educativo, no finalizan o no generan resultados esperados debido a factores, principalmente asociados a la

planeación y organización, en general, derivados de las capacidades que poseen los grupos de investigación (Henaó Moná, 2013).

Teniendo en cuenta lo anterior, se tiene como postulado que cuando los grupos de investigación identifican el estado de sus capacidades de innovación, pueden, a su vez, aportar de manera significativa a la transferencia de tecnología al sector productivo, a la sistematización de la información y a la gestión del conocimiento propia, y de la Institución; asimismo, puede mejorar su proceso de reconocimiento (Rodríguez-Lora & Herrera-Caballero, 2021; Sánchez-Sellero & Bataineh, 2022).

Por consiguiente, es importante caracterizar a los grupos de investigación en función de sus capacidades, específicamente las de innovación, ya que se evidencian varias falencias frente a la generación, apropiación y mantenimiento de las mismas. Por tanto, se prevé aportar en el fortalecimiento de estas capacidades con una proyección al desarrollo de la innovación.

Para realizar esta medición, se tuvieron en cuenta las capacidades de innovación, para lo cual se utilizará CIGI, que es un modelo diseñado para medir y evaluar las capacidades de innovación en los grupos de investigación universitarios de Antioquia propuesto por Henaó Moná (2013), que su autor define como “una herramienta de diagnóstico interno para el dominio particular de grupos de investigación ya que permite visualizar en conjunto y de manera individual las capacidades de innovación más importantes y relevantes para lograr ser competitivos e innovadores”. Esta herramienta permitirá medir las capacidades de I+D, aprendizaje organizacional, mercadeo, planeación estratégica orientada la innovación, gestión de recursos y gestión de información y conocimiento.

Es por esto por lo que, en el caso específico de este trabajo, el ejercicio se realizará en el Grupo de Investigación en Sistemas e Informática de la Institución Universitaria de Envigado (IUE), respondiendo a la pregunta: ¿cómo evaluar las capacidades de innovación en el Grupo de Investigación en Tecnologías Emergentes, Sostenibles e Inteligentes (GITESI) de la Facultad de Ingeniería en la IUE? Lo cual se realizó mediante la captura de información a través de entrevistas en profundidad con fin de identificar el estado de sus capacidades y proponer mejoras. Con este, además, se pretende aportar en la transferencia de tecnología al sector productivo, a la sistematización de la información y a la gestión del conocimiento propia, y de la Institución. Asimismo, en la mejora de su proceso de reconocimiento ante el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Se comienza con la revisión de literatura, estado del arte y otros referentes, posteriormente se presenta la metodología y se dan a conocer los resultados y principales conclusiones del presente estudio.

Marco de referencia y estado del arte

Capacidades de innovación en grupos de investigación

Las capacidades de innovación se definen como las habilidades o destrezas que poseen las organizaciones y que sirven para gestionar los procesos internos y externos en pro de la mejora y así innovar en nuevos recursos, productos y servicios para el crecimiento de la organización (Adam & Alofaysan, 2023; Nonaka & Takeuchi, 1995). Otro aporte a la literatura, lo genera Yam et al. (2004), quien las define como los conocimientos y habilidades de una organización a partir de los cuales se puede mejorar el desempeño competitivo desde de la buena gestión de los recursos.

Osorio et al. (2014) y Su et al. (2022) mencionan que el tema de las capacidades de innovación comenzó en las organizaciones que estaban enfocadas en la producción y manufactura industrial y de alta tecnología. A nivel global, se han generado referentes para investigaciones y otros estudios, a fin de identificar el impacto y desarrollo de estas capacidades en el desempeño de las organizaciones (Ringo et al., 2023).

En instituciones de educación superior (IES), estas capacidades toman un papel relevante, ya que estas permiten gestionar, a su vez, la tecnología y otros aspectos clave para el relacionamiento y la articulación con las políticas de ciencia y tecnología y los sistemas de innovación (Salam et al., 2023). No obstante, Castellanos et al. (2003) realizaron un estudio donde se evidenciaba que las IES en Colombia, en su mayoría, no contaban con capacidades de innovación, sino más bien con capacidades organizacionales que les permitían de alguna manera gestionar la innovación, con el fin de favorecer el relacionamiento con la industria.

En palabras de Robledo (2007, p. 6), “para inducir dinámicas de innovación exitosas se requieren estrategias congruentes y la acción articulada de un conjunto de actores claves, buscando así generar procesos colectivos de aprendizaje”, lo cual se traduce en la necesidad de articular a diferentes actores y tomar decisiones institucionales, con el fin de generar acciones concretas que permitan crear capacidades de innovación.

Por tal razón, es posible afirmar que los grupos de investigación se constituyen como focos generadores de ideas

para su transferencia en las instituciones o en la industria (Barra et al., 2023). Por consiguiente, deben fortalecer todas aquellas capacidades en materia de innovación para así ser más eficientes en su labor. Según fuentes del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021), para el 2019 en Colombia existían 5572 grupos de investigación, de los cuales solo 419 son reconocidos; por otra parte, Antioquia aporta la segunda cuota, después de Bogotá, D. C., en grupos de investigación, contando con un total de 830 grupos que corresponden al 14.4% del total nacional.

Romero Duque et al. (2018) evaluaron este tipo de capacidades de dos instituciones de educación superior. La Fundación Universitaria Los Libertadores, con base en la metodología de capacidades y recursos, propone una matriz de evaluación con el fin de ubicar puntos mediante el diagnóstico. Si bien este modelo no incluye específicamente a los grupos de investigación, sí es una buena herramienta que se puede utilizar, puesto se encuentra enfocada desde la parte educativa y no empresarial; por tanto, los indicadores pueden ser llevados a diferentes ámbitos educativos.

Otro estudio encontrado es el de Henao Moná (2013), donde define el modelo CIGI (modelo para medir y evaluar las capacidades de innovación en grupos de investigación universitarios). Esta herramienta incluye un autodiagnóstico que permite medir y visualizar en conjunto estas capacidades que resaltan más y que pueden contribuir en la mejora de la competitividad y la innovación. Este modelo, además, mide dimensiones y capacidades.

En conclusión, en la actualidad existen numerosas herramientas para evaluar las capacidades de innovación en diferentes ámbitos, sobre todo en el empresarial. No obstante, en el ámbito educativo aún persisten algunas ambigüedades, aunque el estudio de la literatura apunta a variables similares que pueden tomarse desde los factores comunes para crear un marco común de medición de grupos de investigación. Por supuesto, para ello debe realizarse teniendo en cuenta las capacidades y recursos generales de la Institución.

Metodología

Según el grado de profundidad con el que se aborde el problema, se propone un diseño de investigación descriptivo, gracias a la recolección de información sobre conceptos y variables, y no se pretende hallar una correlación entre estas (Hernández, 2017). Por otra parte, se trata de un carácter exploratorio por la recolección de datos en fuentes primarias en una de las etapas propuestas en la investigación. De acuerdo con el periodo o prolongación del tiempo para la realización del presente estudio, este será de tipo transversal simple, ya que caracteriza la situación del tiempo en un periodo en específico, es decir, solo será en el momento de recolección de los datos (Malhotra, 2004).

El enfoque es cualitativo, puesto que se utiliza preferentemente la información de las percepciones y motivaciones sobre el tema, y su análisis se dirige a lograr tendencias de los fenómenos estudiados (Cauas, 2005). Por ello, la recolección de datos y el análisis se centrarán en la revisión de literatura y entrevistas semiestructuradas. Además, el desarrollo de la presente investigación se efectuó mediante cuatro

fases, en donde algunas de las actividades se trabajaron de forma paralela, con el fin de optimizar el tiempo. Estas se describen a continuación.

Fase 1: recopilación de información en donde se contextualizó sobre el tema de capacidades de innovación y grupos de investigación, se indagó acerca de la idea de investigación y se evidenció el avance de la ciencia en el tema en específico; ello se logró mediante una revisión de literatura en motores de búsqueda y bases de datos especializadas, como la ScienceDirect, Scopus, IEEE, Springer, entre otras. Con la información sobre la viabilidad de la investigación, se hizo el diseño del trabajo de campo, así como la identificación del instrumento que se aplicó. Para el caso de medición de las capacidades de innovación, se utilizó la prueba diseñada por Henao Moná (2013), donde se examinan seis capacidades: I+D, aprendizaje organizacional, mercadeo, planeación estratégica orientada a la innovación, gestión de recursos y gestión de información y conocimiento.

Fase 2: recolección de datos mediante la realización de una entrevista estructurada con el líder del grupo de investigación, coordinadores de cada una de las líneas de investigación y algunos investigadores del grupo.

Fase 3: definición del nivel de madurez de las capacidades de innovación en el grupo de investigación.

Fase 4: análisis de los resultados en lo referente a las capacidades de innovación, y propuesta de recomendaciones

pertinentes que contribuyan al desarrollo estratégico del grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Institución Universitaria de Envigado.

Participantes

En esta investigación participaron el líder de grupo, los coordinadores de las líneas de investigación y algunos investigadores del grupo de investigación en sistemas e informática de la Institución Universitaria de Envigado. La muestra se seleccionó de manera intencional, las personas son integrantes del grupo de investigación y tienen una vinculación con el grupo de investigación de mínimo tres meses.

Instrumentos

La recolección de la información se hizo por medio de entrevistas en profundidad, en las categorías de análisis presentadas en la tabla 1.

Las anteriores capacidades de innovación se definieron de acuerdo con la herramienta propuesta por Henao Moná (2013); estas se conservaron de la misma manera en que fueron planteadas. La calificación de las variables se hizo con la siguiente escala: 0, no adecuado; 1, medianamente adecuado; 2, adecuado. Además, los resultados de cada capacidad se evaluaron en los niveles: bajo, entre 0 y 0.7; medio entre 0.8 y 1.3; alto, entre 1.4 y 2.

Tabla 1. Categorías de análisis del modelo CIGI

Dimensión	Capacidad de innovación	Subgrupo	Variable	Unidad de análisis		
Ser esencia	Capacidad de I+D	Identidad	Cuenta con misión	Misión Tiene No tiene		
			Cuenta con visión	Visión Tiene No tiene		
			Cuenta con objetivos estratégicos	Objetivos Tiene No tiene		
					Cuenta con portafolio de servicio	Portafolio Tiene No tiene
				Tipo de organización del grupo	Tipo Por proceso Por roles Por actividades Por proyecto Otro, ¿cuál? Ninguno	
			Estrategia	Posee líneas de investigación y estas tienen fundamentación teórica	Líneas Sí No	
				Personas encargadas para esa línea	Personas Tiene No tiene	
				Las líneas de investigación se articulan con los microcurrículos de los programas académicos	Articulan Sí No	

(Continúa)

Dimensión	Capacidad de innovación	Subgrupo	Variable	Unidad de análisis
Saber-conocimiento y aprendizaje		Cultura investigativa	Herramientas para I+D	Herramienta Utiliza No utiliza
			Apropiación de métodos de I+D	Método Tiene No tiene
			Relacionamiento con otras instituciones internacionales	Relación Universidades Empresas Centros de investigación Centros de excelencia Redes de investigación Otro, ¿cuál? Ninguno
			Relacionamiento con otras instituciones nacionales	Relación Universidades Empresas Centros de investigación Centros de excelencia Redes de investigación Otro, ¿cuál? Ninguno
			Relacionamiento con otros grupos o dependencias de la IES	Relación Centro de investigación Grupo de investigación Otro, ¿cuál? Ninguno
			Productos de generación de nuevo conocimiento	Artículos de investigación A Artículos de investigación B Libros resultado de investigación Capítulos en libro resultado de investigación Productos tecnológicos patentados o en proceso de concesión de la patente Variedades vegetales y variedades animales Ninguno
		Productos	Productos resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación	Productos tecnológicos certificados o validados Productos empresariales Regulaciones, normas, reglamentos o legislaciones Consultorías científico-tecnológicas e informes técnicos finales Ninguno
			Productos de apropiación social y circulación del conocimiento	Participación ciudadana Intercambio y transferencia del conocimiento Comunicación del conocimiento Circulación del conocimiento especializado Ninguno
			Productos de formación de recursos humanos	Proyectos de I+D+i con formación Apoyo a programas de formación Asesorías institucionales Ninguno

(Continúa)

Dimensión	Capacidad de innovación	Subgrupo	Variable	Unidad de análisis
Saber-conocimiento y aprendizaje		Formación del talento humano	Cantidad de doctores	Número
			Cantidad de magísteres	Número
			Cantidad de especialistas	Número
			Cantidad de profesionales	Número
			Cantidad de auxiliares de investigación actuales	Número
			Promedio de auxiliares de investigación por proyectos	Número
			Cantidad de integrantes dedicados a actividades I+D	Número
			Cantidad de integrantes dedicados a actividades de innovación	Número
	Capacidad de aprendizaje organizacional	Monitoreo del aprendizaje y la investigación	Nivel de capacitación tecnológica y nuevas tecnologías	Nivel Alto Medio Bajo No tiene
	Plan de aprendizaje para aspectos relacionados con I+D+i		Plan Tiene No tiene	
Seguimiento a los proyectos	Seguimiento Se realiza No se realiza			
Documentación de las lecciones aprendidas durante los proyectos	Documentación Se realiza No se realiza			
Hacer-practicar	Capacidad de mercadeo	Contexto socioeconómico	Presencia en procesos de extensión en el último semestre	Extensión Institucional Empresarial
			El grupo realiza estudios de tendencia de mercado para hacer los proyectos	Tendencias Locales Nacionales Internacionales No realiza
		Promoción	Utilización de información de acuerdos internacionales para el ajuste de las políticas de investigación	Acuerdos Utiliza No utiliza
			Planificación de productos o servicios en grupos de investigación, teniendo en cuenta las tendencias de consumo	Planificación Lo hace No lo hace
			Análisis de competidores actuales y potenciales en investigación	Análisis Realiza No realiza
			Relacionamiento con clientes para el desarrollo del producto o servicio	Relacionamiento Se relaciona No se relaciona
			Participación en ponencias y conferencias en eventos académicos que sean derivados de productos o experiencias de investigación (año actual)	Participación Sí No
			Rapidez para impactar el mercado con nuevos servicios o productos (año actual)	Satisfacer mercado Sí No

(Continúa)

Dimensión	Capacidad de innovación	Subgrupo	Variable	Unidad de análisis		
Hacer-practicar	Capacidad de planeación estratégica orientada a la innovación	Promoción	Presencia de productos o servicios posicionados en el mercado (último año)	Presencia Alta Media Baja Ninguna		
			Presencia de la innovación en la estrategia de investigación	Presencia Tiene No tiene		
			Presencia de la innovación en el aprendizaje organizacional	Presencia Tiene No tiene		
		Monitoreo de la estrategia de la investigación	Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso	Nivel Alto Medio Bajo Ninguno		
			Periodicidad del mejoramiento y revisión de la matriz DOFA o plan de acción	Periodicidad Semanal Trimestral Semestral Anual Ninguno		
			Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos	Evaluación y selección Realiza No realiza		
			Herramientas para el monitoreo de la I+D	Utiliza No utiliza		
		Inversión	Inversión	Inversión en I+D	Inversión Mensual Trimestral Semestral Anual Ninguna	
				Inversión en capacitación en nuevas tecnologías	Inversión Tiene No tiene	
				Esquemas de incentivos y reconocimiento a la innovación	Incentivos Tiene No tiene	
	Esquemas de incentivos y reconocimientos por productos de investigación y aplicación de la investigación en el sector empresarial			Incentivos Tiene No tiene		
	Capacidad de gestión de recursos			Empresas y centros de investigación	Orientación a la empresa como cliente de la investigación	Orientación Se realiza No se realiza
					Conocimiento de las necesidades de investigación de las empresas	Conocimiento Conoce No conoce
		Acceso a fuentes de recursos para proyectos de I+D	Convenios con los proveedores de tecnología	Convenio Se tiene No se tiene		
				Fuente Internos MinCiencias Ruta N Instituciones internacionales Empresas Otro, ¿cuál? Ninguno		

(Continúa)

Dimensión	Capacidad de innovación	Subgrupo	Variable	Unidad de análisis
Hacer-practicar	Capacidad de gestión de recursos	Empresas y centros de investigación	Posee actualmente convenios con centros de desarrollo tecnológico	Convenios Sí No
			Frecuencia de presentación de proyectos en convocatorias externas	Frecuencia Semanal Mensual Trimestral Semestral Anual Ninguno
		Financiación	El grupo de investigación posee libertad financiera para la financiación de proyectos y la ejecución del presupuesto	Presupuesto Propio De la IES Otro, ¿cuál? Ninguno
			Los recursos obtenidos por proyectos, patentes, publicaciones o servicios tienen una destinación fija	Recursos financieros Para el grupo Para la IES
			Realiza subcontrataciones en proyectos de investigación	Subcontrataciones Alto Medio Bajo Ninguno
			Protección de la información	Nivel Alto Medio Bajo Ninguno
		Sistema de gestión del conocimiento	Sistematiza las mejores prácticas y lecciones aprendidas	Sistematiza Sí lo hace No lo hace
			El conocimiento del personal queda consignado en algún sistema	Conocimiento Se hace No se hace
			Posee un sistema de gestión del conocimiento (SGC)	SGC Tiene No tiene
		Transversal	Capacidad de gestión de información y conocimiento	Vigilancia tecnológica
Cada cuánto se realiza el proceso de vigilancia tecnológica	Periodicidad Semanal Mensual Trimestral Semestral Anual Ningún			
Vigilancia tecnológica	Existen personas asignadas al proceso de vigilancia tecnológica (VT)			VT Grupo de investigación IES Ninguno
	Dispone de procedimientos para identificar y evaluar las amenazas y oportunidades tecnológicas provenientes del entorno y pueden influir en la investigación			Procedimiento Tiene ¿Cuál? No tiene

(Continúa)

Dimensión	Capacidad de innovación	Subgrupo	Variable	Unidad de análisis
Transversal	Capacidad de gestión de información y conocimiento	Explotación de la base tecnológica	Posee un sitio web donde muestre la información del grupo	Sitio web Tiene ¿Cuál? No tiene
			Dispone de mecanismos para identificar y sustituir tecnologías obsoletas	Mecanismos El grupo dispone de mecanismos La IES dispone de mecanismos
			Aprovecha adecuadamente las tecnologías existentes en el grupo para dar mayor activo a la investigación existente	Tecnologías existentes Alto Medio Bajo Ninguno
			Empleo de las TIC como soporte a las actividades de investigación	TIC Sí emplea No emplea
			La infraestructura tecnológica y equipos es adecuada en su cantidad y tipo	Infraestructura Apropiada No apropiada
			Nivel de actualización tecnológica	Nivel Alto Medio Bajo Ninguno

Fuente: elaboración propia con base en Henao Moná (2013).

Resultados

De acuerdo con las categorías de análisis, se presentan los resultados, los cuales se dan a partir del diagnóstico en el grupo de investigación y según los criterios definidos en la metodología. En la tabla 2 se aprecia la calificación que brindaron los investigadores a partir de las entrevistas, según algunas de las capacidades de innovación.

A partir de la información presentada, se evidencian fortalezas en la categoría “capacidades de I+D” en lo referente a cultura investigativa, lo cual coincide con el estado actual y el nivel de apropiación dentro del grupo. Por otra parte, en segundo lugar, la categoría “capacidad de planeación estratégica orientada a la innovación”; en tercer lugar, la categoría “capacidad de aprendizaje organizacional”, la cual presenta una evaluación media, en promedio una puntuación de 1 en el total del subgrupo y variables. Entre las siguientes categorías como “capacidad de mercadeo”, “capacidad de gestión de recursos” y “capacidad de gestión de información y conocimiento” obtuvieron, en promedio, una calificación menor a 1, lo cual puede llevar al planteamiento de mejoras.

Además de lo anterior, de las entrevistas en profundidad, también fue posible obtener un resultado de medición más profundo. Esta se analizó con la herramienta Power BI, la cual se presenta en la figura 1.

De acuerdo con la metodología, se definió el nivel de cada una de las capacidades con la siguiente escala de medición: bajo, entre 0 y 0.7; medio, entre 0.8 y 1.3; alto, entre 1.4 y 2.0. De ello se desprende que el estado de madurez de las capacidades del grupo se encuentra agrupado de la siguiente manera:

Las capacidades en nivel alto son:

- I+D
- Planeación estratégica

Las capacidades en nivel medio son:

- Mercadeo
- Aprendizaje organizacional

Las capacidades en nivel bajo son:

- Gestión de la información y el conocimiento
- Gestión de recursos

En la figura 2 se aprecia el consolidado de la calificación asignada por cada categoría.

Este análisis permite conocer la capacidad de I+D del grupo y la capacidad de planeación de la estrategia orientada a la innovación, esto como resultado de la reestructuración del grupo de investigación de la Facultad y de los esfuerzos orientados a determinar las líneas de investigación, proyectos estratégicos y productos de investigación que estén enfocados a generar soluciones utilizando tecnologías de la 4RI.

Tabla 2. Estado de madurez de las capacidades de innovación del grupo de investigación

Capacidad	Subgrupo	Variable	Calificación
Capacidad de I+D	Identidad	Cuenta con misión	2
Capacidad de I+D	Identidad	Cuenta con visión	1
Capacidad de I+D	Identidad	Cuenta con objetivos estratégicos	2
Capacidad de I+D	Identidad	Cuenta con portafolio de servicio	2
Capacidad de I+D	Estrategia	Tipo de organización del grupo	2
Capacidad de I+D	Estrategia	Posee líneas de investigación y estas tienen fundamentación teórica	2
Capacidad de I+D	Estrategia	Personas encargadas para esa línea	2
Capacidad de I+D	Estrategia	Las líneas de investigación se articulan con los microcurrículos del programa	2
Capacidad de I+D	Cultura investigativa	Herramientas para I+D	2
Capacidad de I+D	Cultura investigativa	Apropiación de métodos de I+D	1
Capacidad de I+D	Cultura investigativa	Relacionamiento con otras instituciones internacionales	1
Capacidad de I+D	Cultura investigativa	Relacionamiento con otras instituciones nacionales	1
Capacidad de I+D	Cultura investigativa	Relacionamiento con otros grupos o dependencias de la Institución	1
Capacidad de I+D	Producto	Productos de generación de nuevo conocimiento	2
Capacidad de I+D	Producto	Productos resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación	1
Capacidad de I+D	Producto	Productos de apropiación social y circulación del conocimiento	1
Capacidad de I+D	Producto	Productos de formación de recursos humanos realizados por el grupo de investigación en el último año	1
Capacidad de aprendizaje organizacional	Formación del talento humano	Cantidad de doctores	1
Capacidad de aprendizaje organizacional	Formación del talento humano	Cantidad de magísteres	2
Capacidad de aprendizaje organizacional	Formación del talento humano	Cantidad de especialistas	1
Capacidad de aprendizaje organizacional	Formación del talento humano	Cantidad de profesionales	2
Capacidad de aprendizaje organizacional	Formación del talento humano	Cantidad de auxiliares de investigación actuales	0
Capacidad de aprendizaje organizacional	Formación del talento humano	Promedio de auxiliares de investigación por proyectos	0
Capacidad de aprendizaje organizacional	Formación del talento humano	Segunda lengua, lectura, escritura y diálogo	2
Capacidad de aprendizaje organizacional	Formación del talento humano	Cantidad de integrantes dedicados a actividades I+D	1
Capacidad de aprendizaje organizacional	Formación del talento humano	Cantidad de integrantes dedicados a actividades de innovación	1
Capacidad de aprendizaje organizacional	Monitoreo del aprendizaje y la investigación	Nivel de capacitación tecnológica y nuevas tecnologías	2
Capacidad de aprendizaje organizacional	Monitoreo del aprendizaje y la investigación	Plan de aprendizaje para aspectos relacionados con I+D+i	1
Capacidad de aprendizaje organizacional	Monitoreo del aprendizaje y la investigación	Seguimiento a los proyectos	1

(Continúa)

Capacidad	Subgrupo	Variable	Calificación
Capacidad de aprendizaje organizacional	Monitoreo del aprendizaje y la investigación	Documentación de las lecciones aprendidas durante los proyectos	0
Capacidad de aprendizaje organizacional	Monitoreo del aprendizaje y la investigación	Presencia en procesos de extensión en el último semestre	0
Capacidad de mercadeo	Contexto socioeconómico	El grupo realiza estudios de tendencia de mercado para realizar los proyectos	0
Capacidad de mercadeo	Contexto socioeconómico	Utilización de información de acuerdos internacionales para el ajuste de las políticas de investigación	1
Capacidad de mercadeo	Contexto socioeconómico	Planificación de productos o servicios en grupos de investigación teniendo en cuenta las tendencias de consumo	1
Capacidad de mercadeo	Contexto socioeconómico	Análisis de competidores actuales y potenciales en investigación	0
Capacidad de mercadeo	Promoción	Relacionamiento con clientes para el desarrollo del producto o servicio	2
Capacidad de mercadeo	Promoción	Participación en ponencias y conferencias en eventos académicos que sean derivados de productos o experiencias de investigación (año actual)	2
Capacidad de mercadeo	Promoción	Rapidez para impactar el mercado con nuevos servicios o productos (año actual)	0
Capacidad de mercadeo	Promoción	Presencia de productos o servicios posicionados en el mercado (último año)	1
Capacidad de planeación estratégica orientada a la innovación	Monitoreo de la estrategia de la investigación	Presencia de la innovación en la estrategia de investigación	2
Capacidad de planeación estratégica orientada a la innovación	Monitoreo de la estrategia de la investigación	Presencia de la innovación en el aprendizaje organizacional	1
Capacidad de planeación estratégica orientada a la innovación	Monitoreo de la estrategia de la investigación	Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso	2
Capacidad de planeación estratégica orientada a la innovación	Monitoreo de la estrategia de la investigación	Periodicidad del mejoramiento y revisión de la matriz DOFA o plan de acción	0
Capacidad de planeación estratégica orientada a la innovación	Monitoreo de la estrategia de la investigación	Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos	2
Capacidad de planeación estratégica orientada a la innovación	Monitoreo de la estrategia de la investigación	Herramientas para el monitoreo de la I+D	1
Capacidad de gestión de recursos	Inversión	Inversión en I+D	1
Capacidad de gestión de recursos	Inversión	Inversión en capacitación en nuevas tecnologías	0
Capacidad de gestión de recursos	Inversión	Esquemas de incentivos y reconocimiento a la innovación	1
Capacidad de gestión de recursos	Empresas y centros de investigación	Orientación a la empresa como cliente de la investigación	2
Capacidad de gestión de recursos	Empresas y centros de investigación	Conocimiento de las necesidades de investigación de las empresas	2
Capacidad de gestión de recursos	Empresas y centros de investigación	Convenios con los proveedores de tecnología	0
Capacidad de gestión de recursos	Empresas y centros de investigación	Acceso a fuentes de recursos para proyectos de I+D	1
Capacidad de gestión de recursos	Empresas y centros de investigación	Posee actualmente convenios con centros de desarrollo tecnológico	0
Capacidad de gestión de recursos	Empresas y centros de investigación	Frecuencia de presentación de proyectos en convocatorias externas	1
Capacidad de gestión de recursos	Financiación	El grupo de investigación posee libertad financiera para la financiación de proyectos y la ejecución del presupuesto	0

(Continúa)

Capacidad	Subgrupo	Variable	Calificación
Capacidad de gestión de recursos	Financiación	Los recursos obtenidos por proyectos, patentes, publicaciones o servicios tienen una destinación fija	0
Capacidad de gestión de recursos	Financiación	Realiza subcontrataciones en proyectos de investigación	0
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Sistema de gestión del conocimiento	Protección de la información	1
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Sistema de gestión del conocimiento	Sistematiza las mejores prácticas y lecciones aprendidas	0
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Sistema de gestión del conocimiento	El conocimiento del personal queda consignado en algún sistema	0
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Sistema de gestión del conocimiento	Posee un sistema de gestión del conocimiento	0
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Vigilancia tecnológica	Procesos internos de vigilancia tecnológica	0
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Vigilancia tecnológica	Cada cuánto se realiza el proceso de vigilancia tecnológica	0
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Vigilancia tecnológica	Existen personas asignadas al proceso de vigilancia tecnológica	0
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Vigilancia tecnológica	Dispone de procedimientos para identificar y evaluar las amenazas y oportunidades tecnológicas provenientes del entorno y pueden influir en la investigación	0
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Explotación de la base tecnológica	Posee un sitio web donde muestre la información del grupo	1
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Explotación de la base tecnológica	Dispone de mecanismos para identificar y sustituir tecnologías obsoletas	0
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Explotación de la base tecnológica	Aprovecha adecuadamente las tecnologías existentes en el grupo para dar mayor activo a la investigación existente	1
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Explotación de la base tecnológica	Empleo de las TIC como soporte a las actividades de investigación	2
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Explotación de la base tecnológica	La infraestructura tecnológica y equipos es adecuada en su cantidad y tipo	1
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Explotación de la base tecnológica	Nivel de actualización tecnológica	0

Fuente: elaboración propia a partir del modelo de Henao Moná (2013).

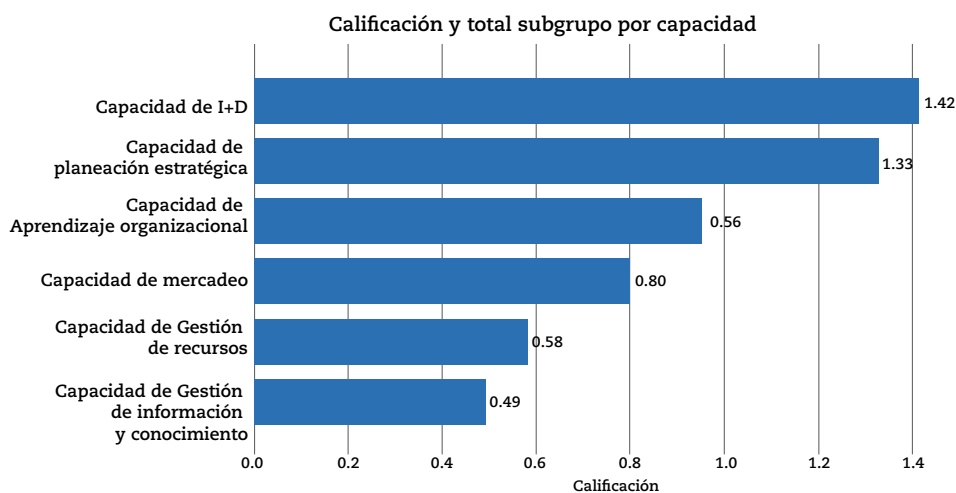


Figura 1. Calificación por capacidad

Fuente: elaboración propia.

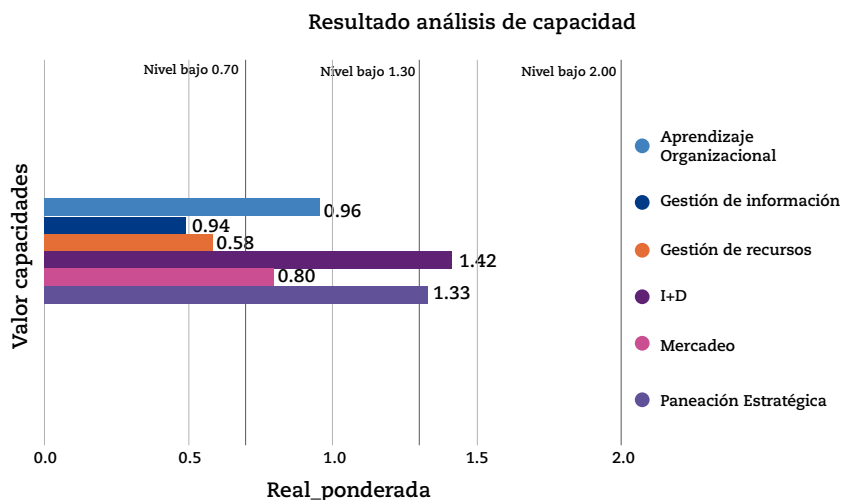


Figura 2. Real ponderado por grupo de investigación y capacidad

Fuente: elaboración propia.

Como capacidades de nivel medio, se puede evidenciar la de “aprendizaje organizacional”, entendiéndose que la configuración de las líneas por áreas de conocimiento y la incorporación de investigadores con altas competencias y conocimiento en cada una de las líneas, permite que se pueda implementar la estrategia del grupo de investigación. También es importante resaltar el seguimiento a los proyectos que hacen los coordinadores de las líneas y el líder de investigación; sin embargo, es de igual importancia que se puedan sistematizar los éxitos, así como las oportunidades de mejora del grupo de investigación. La capacidad de aprendizaje, de acuerdo con Henao Moná (2013), implica la reinnovación para enfrentar el mercado internacional; la transformación del aprendizaje constructivo a partir de experiencias pasadas para reconocer el ambiente y orientar sus estrategias de I+D; la importancia brindada al aprendizaje y a la preservación del conocimiento explícito y tácito. (p. 10)

Otra capacidad de nivel medio es la de “mercadeo”. En la conversación con los clientes, empresas y sociedad, se entiende que la labor la realiza el líder del grupo de investigación. En la evaluación de esta se comprende que el grupo realiza acciones de entendimiento del mercado, y de las necesidades del sector empresarial y de la sociedad. El entendimiento del contexto no se hace de manera sistemática. Además, los estudios o necesidades identificadas no llegan a todos los investigadores; esta información se traslada a los coordinadores, pero muy pocas veces es transmitida a los demás investigadores del grupo. Para mejorar su nivel, es necesario adelantarse a las necesidades del mercado y lanzar nuevos productos y servicios resultantes de los procesos de I+D.

Las capacidades con nivel de madurez baja son las de “gestión de recursos” y “gestión de la información y conocimiento”. La primera se calificó ‘bajo’ por la dependencia que tiene el grupo de investigación a la asignación de recursos por parte de la Institución y a las pocas fuentes de financiación disponibles para desarrollar actividades de I+D+i.

El grupo de investigación al momento del estudio depende 100% de la inversión que haga la Institución.

Referente a la “gestión de información y conocimiento”, tiene un bajo nivel de madurez, dado que el grupo de investigación no cuenta con un sistema de gestión del conocimiento, no desarrolla ejercicios de vigilancia tecnológica, y si bien el grupo utiliza adecuadamente las tecnologías existentes, estas no siempre son las que se requieren para el desarrollo de los proyectos de investigación; y en el caso de la actualización de la tecnología, no todos los docentes están capacitados para el uso de ellas.

Para los elementos de las entrevistas en profundidad y análisis, destacan los siguientes: en qué es bueno el grupo de investigación.

- “En la parte de inteligencia artificial, yo creo que ahí podemos considerar que somos buenos, hay avances, y en la línea de sostenibilidad se están generando cosas buenas, interesantes, la parte de Big Data y bueno, esperar los resultados de mi línea para que nos volvamos fuertes en la parte de interacción hombre-máquina” (J. Riascos, comunicación personal, 2022).
- “Somos buenos en simulación y fabricación digital” (J. Zuluaga, comunicación personal, 2022).
- “Somos buenos en temas de inteligencia artificial, me parece que se han hecho desarrollos interesantes, y se están trabajando algunos temas en renovables, pero en general yo diría... lo que más me gusta es esa parte de la suficiencia técnica de todo el grupo en general” (D. Herrera, comunicación personal, 2022).
- “Somos buenos en ver oportunidades para diseñar e implementar proyectos que favorezcan y beneficien a la Universidad, que le generen ahorro económico” (E. Moncada, comunicación personal, 2022).
- “Pensaría que somos buenos en desarrollar prototipado de bajo costo, por lo general es para la adquisición de datos de algo, inteligencia artificial” (D. Betancur, comunicación personal, 2022).

Tabla 3. Plan de acción para el cierre de brechas

Capacidad	Categoría	Acciones específicas	Responsable	Tiempo
Capacidad de I+D	Producto	Realizar la clasificación de los proyectos de investigación en proyectos derivativos, de plataforma, de rompimiento y de avanzada (Schilling, 2012). Para entender cómo gestionar el portafolio y obtener tecnologías para la transferencia al mercado	Líder del grupo de investigación	2023
Capacidad de I+D	Producto	Realizar una evaluación de cada uno de los productos para mejorar la categorización del grupo, pero también identificar posibles resultados que puedan transferirse al mercado	Grupo de investigación	2023
Capacidad de aprendizaje organizacional	Monitoreo del aprendizaje y la investigación	Diseñar y ejecutar plan de aprendizaje para aspectos relacionados con I+D+i	Grupo de investigación	2023
Capacidad de mercado	Contexto socioeconómico	Realizar y sistematizar ejercicios de análisis de tendencia de tecnologías, del mercado y de consumo para el desarrollo de proyectos de investigación	Grupo de investigación	2023
Capacidad de mercado	Promoción	Definir junto con la Institución, la alineación del grupo de investigación con el Centro de Innovación y Consultoría (CIC), para la venta de servicios de consultoría y desarrollo de servicios tecnológicos	Grupo de investigación	2023
Capacidad de planeación estratégica orientada a la innovación	Monitoreo de la estrategia de la investigación	Divulgar el plan de acción del grupo de investigación a todos los investigadores, además de realizar la revisión continua de los planes de acción del grupo en los temas de categorización, semilleros, desarrollo de proyectos de investigación y transferencia	Líder del grupo de investigación	2023
Capacidad de gestión de recursos	Empresa y centros de investigación	Fortalecer el trabajo colaborativo del grupo de investigación con las empresas y la sociedad, a través de la formulación y gestión de recursos para la ejecución de proyectos de I+D+i	Líder del grupo de investigación	2023
Capacidad de gestión de recursos	Financiación	Formular y ejecutar recursos mediante convocatorias internacionales y diversificar las fuentes de financiación de la investigación en el grupo	Líder de línea de investigación	2023
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Sistema de gestión del conocimiento	Creación de la comunidad de práctica para que se pueda compartir conocimiento entre los investigadores - formalizarlo	Líder del grupo de investigación	2023
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Sistema de gestión del conocimiento	Diseñar e implementar el sistema de gestión del conocimiento del grupo de investigación - énfasis en la protección de la información y documentación de lecciones aprendidas de los proyectos de investigación	Líder del grupo de investigación	2023
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Sistema de gestión del conocimiento	Capacitar a los miembros del grupo en la utilización de recursos de hardware, programas, sistemas de información y bases de datos, adquiridos por la IUE	Líder del grupo de investigación	2023
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Vigilancia tecnológica	Diseñar el proceso de vigilancia tecnológica (VT) o proponer una unidad para la IUE	Líder del grupo de investigación	2023
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Explotación de la base tecnológica	Fortalecer el sitio web del grupo de investigación para que se puedan visualizar los proyectos y la información de los investigadores, así como la divulgación de los productos resultantes de las investigaciones	Líder del grupo de investigación	2023
Capacidad de gestión de información y conocimiento	Explotación de la base tecnológica	Gestionar la actualización de infraestructura y tecnología del grupo de investigación, así como el alistamiento de espacios para la investigación	Líder del grupo de investigación	2023

Fuente: elaboración propia con base en Henao Moná (2013).

De acuerdo con estos resultados, se planteó un plan de acción para el cierre de brechas y poder así contribuir a la mejora de estas capacidades, por supuesto, teniendo en cuenta las características, realidades y limitaciones del grupo. En la tabla 3 se describen las acciones de mejora y los encargados.

Se espera fortalecer la definición estratégica del grupo de investigación, para que incluya con mayor pertinencia la estrategia de innovación. Gracias a lo anterior, es importante garantizar el cumplimiento del plan de acción propuesto.

Recomendaciones y trabajo futuro

Es necesario catalogar los proyectos de investigación en diferentes tipologías, como las propuestas por Schilling (2012), “proyectos derivativos, de plataforma, de rompimiento, y de avanzada”. Lo anterior, con el fin de entender cómo gestionar el portafolio de proyecto y poder obtener tecnologías para la transferencia al mercado.

Definir una metodología para el desarrollo de nuevos productos y servicios —metodología Stage Gate—, para la sistematización del proceso y homologación de las acciones de todos los investigadores. Esto puede estar limitando la capacidad de innovar.

Es necesario contar con un plan de formación en temas de I+D+i para los investigadores, además de cursos para la actualización de nuevas tecnologías y en metodologías que les permitan llevar su investigación a productos o servicios que después sean transferidos al mercado.

Es importante que la responsabilidad de mercadeo del grupo de investigación y de los resultados, no solo esté en cabeza del líder, también debe tener un acompañamiento constante desde las instancias de la Institución.

El 7.02% de la producción del grupo son proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Es pertinente desarrollar la estrategia para que los proyectos del grupo se orienten al desarrollo tecnológico, lo que facilita la creación de nuevas tecnologías, productos y servicios orientados a satisfacer las necesidades de la industria y la sociedad.

Es necesario seguir trabajando en la alineación y en el trabajo colaborativo con las empresas y con instituciones nacionales e internacionales para compartir capacidades, conocimientos y recursos en pro de la investigación y la innovación.

Es importante continuar con la presentación a convocatorias en colaboración con empresas, centros de desarrollo tecnológico y entidades nacionales e internacionales para la atracción de recursos de financiación y no depender de las convocatorias internas de la Institución.

Generar innovaciones con los clientes y aliados, fortalecer los espacios de trabajo colaborativo, como sesiones de innovación, participación en ferias, así como el trabajo con otras universidades para la generación de redes de información, análisis de tendencias tecnológicas y la identificación de oportunidades de I+D en el entorno.

También es importante formalizar el proceso de vigilancia tecnológica que le entregue insumos a los investigadores sobre tendencias tecnológicas, causantes de cambio y oportunidades de I+D en el entorno, para que la investigación sea más pertinente y responda a los nuevos contextos de conocimiento y de mercado.

El grupo de investigación debe comenzar a medir los parámetros de desempeño para entender la producción científica y tecnológica. Estos parámetros se definen en número de patentes acumuladas, número de usuarios de un servicio o producto acumulado, porcentaje de penetración de mercado de un servicio o producto acumulado, eficiencia acumulada en el tiempo (fruto del uso de un producto o servicio de un grupo o adaptación de un proceso del grupo), número

de artículos científicos acumulados sobre un tema específico, capacidad de un dispositivo acumulado, número de citas acumuladas en el tiempo (Orozco-Mendoza et al., 2014).

Conclusiones

El grupo de investigación considera la innovación en su estrategia de investigación y en el aprendizaje organizacional. Para la construcción de las estrategias de innovación identifican las necesidades del entorno y desarrollan proyectos de I+D. Esta información está a disposición de los coordinadores de las líneas y muchas veces no se comparte con los investigadores.

El grupo de investigación tiene claridad de cómo evalúan y priorizan los proyectos estratégicos y cómo seleccionan las tecnologías; una forma es conforme a las habilidades que tienen los investigadores principales y los coordinadores de las líneas de investigación y otra según las necesidades de la empresa. No se tiene registrado un documento, pero sí se aplica una metodología para la identificación de estas.

El grupo de investigación monitorea las oportunidades de I+D, pero no lo realiza de manera sistemática; los investigadores identifican las oportunidades para proyectos concretos, que deben mejorarse, por lo que incluyen este aspecto en la planeación semestral.

Si bien se hace el seguimiento a los proyectos, se recomienda utilizar un sistema de información que permita no solo el repositorio de la información, sino que también permita darle trazabilidad a su gestión y a los resultados obtenidos para mejorar el seguimiento y control de los procesos de investigación e innovación.

Se debe establecer un sistema de gestión del conocimiento que permita la protección de la información del grupo, la documentación y divulgación de lecciones aprendidas que permita generar valor a los procesos y estrategias de aprendizaje del grupo de investigación.

Financiación

La fuente de recursos proviene de la Institución Universitaria de Envigado, destinados a horas de investigación.

Declaración de conflicto de intereses:

No se declaran conflictos de interés.

Referencias

Acosta-Prado, J. C., & Tafur-Mendoza, A. A. (2022). Examining the mediating role of dynamic capabilities in the relationship between information and communication technologies and sustainable performance. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*. <https://doi.org/10.1108/VJKMS-10-2021-0257>

- Adam, N. A., & Alofaysan, H. (2023). External knowledge flows and small and medium-sized enterprises' innovation capabilities enhancement: An empirical investigation. *Sustainability*, 15(5),4071. <https://doi.org/10.3390/su15054071>
- Alonso-Berenguer, I., & Gorina-Sánchez, A. (2019). Gestión de conocimiento científico por los grupos de investigación. Una experiencia en la Universidad de Oriente. *ROCA. Revista Científico-Educacional de la Provincia Granma*, 15(3), 73-87. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7121631>
- Barra, C., Castro-Peña, M. Y., & Coello, J. G. (2023). Research and knowledge transfer performance in Colombian universities. *Quality & Quantity*, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s11135-023-01627-6>
- Castellanos, O., Martínez, L., Salazar, G. (2003). *El mapeo tecnológico de patentes como instrumento eficaz en el desarrollo tecnológico integral, caso de aplicación grupo de enzimas: Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional. Memorias del XXI Congreso Nacional de Ingeniería Química, Bogotá, Colombia.*
- Castellanos, O., & Jiménez, C. (2008). *Desafíos en gestión tecnológica para las universidades como generadoras de conocimiento. I Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación ALTEC. Bogotá.*
- Cauas, D. (2005). *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).* <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24762w/Definiciondelasvariables,enfoqueytipodeinvestigacion.pdf>
- Henaó Moná, A. (2013). *Modelo para evaluar capacidades de innovación en grupos de investigación universitarios de Antioquia basado en la metodología "genoma de la innovación"* (trabajo de grado de maestría). <http://hdl.handle.net/20.500.11912/1556>
- Hernández, R. (2017). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.03.027>
- Liu, L., Liu, P., Yang, H., Yao, H., & Thien, L. M. (2022). The relationship between distributed leadership and teacher well-being: The mediating roles of organisational trust. *Educational Management Administration & Leadership*. <https://doi.org/10.1177/17411432221113683>
- Malhotra, N. K. (2004). *Investigación de mercados: un enfoque aplicado*. Pearson Education.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021). *Estadísticas generales grupos e investigadores*. <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/estadisticas-generales>
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company*. Oxford University Press.
- Núñez Jover, J., Ortiz Pérez, H. R., Proenza Díaz, T., & Rivas Diéguez, A. (2020). Políticas de educación superior, ciencia, tecnología e innovación y desarrollo territorial: nuevas experiencias, nuevos enfoques. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 15(43), 187-208. <http://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/149>
- Orozco-Mendoza, G. L., Zartha-Sossa, J. W., Arango-Alzate, B., & Vélez-Acosta, L. M. (2014). Propuesta para la formulación e implementación de una estrategia de innovación en grupos de investigación. Aplicación en un grupo de investigación en agroindustria. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 177-184. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612014000200020&lng=en&tlng=es
- Osorio, O. G., Quintero, J. Q., & Arias-Pérez, J. (2014). Capacidades de innovación, desempeño innovador y desempeño organizacional en empresas del sector servicios. *Cuadernos de Administración*, 27(49), 87-108. https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuadernos_admon/article/view/13374
- Ringo, D. S., Tegambwage, A. G., & Kazungu, I. (2023). Innovation capabilities and export performance of SMEs: Does managers' risk-taking propensity matter? *Journal of Money and Business*. <https://doi.org/10.1108/JMB-10-2022-0053>
- Robledo, J. (2007). De los grupos consolidados de investigación a los sistemas dinámicos de innovación: el desafío actual del desarrollo científico y tecnológico colombiano. *Revista DYNA*, 74(152), 1-7.
- Rodríguez-Lora, V., & Herrera-Caballero, J. M. (2021). El aprendizaje organizacional en instituciones de educación superior. Caso de estudio de un grupo de investigación. *Revista Electrónica Educare*, 25(3), 39-51. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.25-3.3>
- Romero Duque, G. A., Suárez Castro, R. M., & Rodríguez Celis, H. G. (2018). Modelo de capacidades de innovación para instituciones de educación superior. *Inge Cuc*, 14(1), 87-100. <http://doi.org/10.17981/ingecuc.14.1.2018.8>
- Salam, A., Hussain, S., Awan, W. A., & Amin, H. (2023). Leveraging the power of open innovation and dynamic capabilities to recover from COVID-19 impacts: A study of higher education institutions of Pakistan. In Sultan, P. (ed.), *Innovation, leadership and governance in higher education* (pp. 119-138). Springer https://doi.org/10.1007/978-981-19-7299-7_7
- Sánchez-Sellero, P., & Bataineh, M. J. (2022). How R&D cooperation, R&D expenditures, public funds and R&D intensity affect green innovation? *Technology Analysis & Strategic Management*, 34(9), 1095-1108. <https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1947490>
- Schilling, M. (2012). *Strategic management of technological innovation*. McGraw-Hill.
- Su, H., Cai, F., & Huang, Y. (2022). Institutional constraints and exporting of emerging-market firms: The moderating role of innovation capabilities and digital transformation. *Managerial and Decision Economics*, 43(7), 2641-2656. <https://doi.org/10.1002/mde.3552>
- Valdez-Juárez, L. E., Ramos-Escobar, E. A., & Borboa-Álvarez, E. P. (2023). Reconfiguration of technological and innovation capabilities in Mexican SMEs: Effective strategies for corporate performance in emerging economies. *Administrative Sciences*, 13(1), 15. <https://doi.org/10.3390/admsci13010015>
- Weller, J. (2020). Las transformaciones tecnológicas y el empleo en América Latina: oportunidades y desafíos. *Revista de la CEPAL*, 130, 7-27.
- Yam, R. C. M., Guan, J. C., Pun, K. F., & Tang, E. P. Y. (2004). An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: Some empirical findings in Beijing, China. *Research Policy*, 33(8), 1123-1140. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.05.004>
- Zhavoronok, A., Popelo, O., Shchur, R., Ostrovska, N., & Kordzaia, N. (2022). The role of digital technologies in the transformation of regional models of households' financial behavior in the conditions of the national innovative economy development. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, 27(4), 613-620. <https://doi.org/10.18280/isi.270411>