

Formulación de un plan estratégico para el Grupo de Investigación OPALO de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales-UIS

Sara Raquel Vera Díaz

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniería Industrial

Director

Nestor Raul Ortiz Pimiento

PhD. en Ingeniería

Tutor

Luis Fernando Corzo Porras

Ingeniero Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2023

### **Agradecimientos**

A Dios, mi todo y mi compañero en cada etapa de la vida.

A mis padres, por creer en mí. Han sido mi rayito de luz en los días más oscuros.

Al Grupo de Investigación OPALO y a todos sus integrantes, por abrir sus puertas y brindarme el apoyo necesario y participar en el desarrollo del plan estratégico.

A mi director, Nestor Ortiz, por compartir su conocimiento y experiencia. Por su paciencia y apoyo en cada fase del proyecto.

A mi familia y amigos por acompañarme en este proceso.

A La Universidad Industrial de Santander por ser una institución que vela por la formación integral cada uno de sus estudiantes.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
Tabla de cumplimiento de objetivos .....	15
1.Especificaciones del proyecto.....	15
1.1Planteamiento del problema.....	15
1.2 Objetivos .....	17
1.2.1 Objetivo general.....	17
1.2.2 Objetivos específicos .....	17
2.Revisión de la literatura .....	17
2.1Análisis del entorno organizativo .....	17
2.1.1. Factores determinantes en la producción científica de los grupos de investigación.....	18
2.1.2 Estrategias .....	20
2.2 Revisión de la literatura sobre las tendencias investigativas de las líneas de investigación...	27
2.2.1 Modelado, simulación y optimización de sistemas de producción y logística. ....	28
2.2.2 Analítica de datos.....	34
3. Marco de referencia .....	37
3.1Marco de antecedentes.....	37
3.2 Marco teórico .....	39
3.2.1 Estrategia.....	39
3.2.2 Planeación estratégica.....	39
3.2.2.1 Planteamiento estratégico en las universidades .....	40
3.2.3 Benchmarking .....	40
3.2.4 Misión, visión y valores.....	40

3.2.5 Cuadro de mando integral .....	41
3.2.5.1 Perspectivas financieras .....	41
3.2.5.2 Perspectiva del cliente.....	42
3.2.5.3 Perspectiva de cadena de valor del proceso interno.....	42
3.2.5.4 Perspectiva de formación y crecimiento .....	42
3.2.6 Mapa estratégico .....	42
4. Metodología .....	42
4.1 Fase 1: Diagnóstico.....	43
4.1.1 Descripción de la situación actual del Grupo OPALO .....	44
4.1.2 Análisis interno .....	44
4.1.3 Análisis externo .....	45
4.1.4 Análisis de grupos de interés .....	45
4.2 Fase 2: Direccionamiento .....	46
2.2.1 Reformulación de misión, visión y valores.....	46
2.2.2 Objetivos estratégicos .....	46
4.3 Fase 3: Formulación estratégica.....	47
4.3.1 Definición de estrategias.....	47
4.3.2 Propuesta para portafolio de productos y servicios .....	47
4.4 Fase 4: Propuesta de un sistema de control y evaluación .....	48
5. Diagnóstico .....	48
5.1 Información del grupo.....	48
5.1.1 Datos básicos .....	48
5.1.2 Líneas de investigación.....	49

5.1.3 Breve historia .....	49
5.1.4 Misión .....	50
5.1.5 Visión.....	50
5.1.6 Infraestructura y equipos.....	50
5.1.7 Integrantes activos del grupo OPALO.....	51
5.1.8 Plan de trabajo.....	52
5.1.9 Categorización por Minciencias .....	54
5.1.10 Productos.....	54
5.1.11 Proyectos de investigación.....	56
5.1.12 Semillero de investigación fase 2 .....	57
5.1.13 Análisis financiero .....	58
5.2 Análisis interno .....	61
5.2.1 Cuestionario de Capital intelectual .....	61
5.2.1.1 Resultados de Cuestionario de Capital Intelectual.....	61
5.3 Análisis externo .....	68
5.4 Análisis de grupos de interés .....	73
6. Direccionamiento estratégico.....	74
6.1 Misión, visión y valores .....	76
6.2 Objetivos estratégicos .....	77
A continuación, se presentan los ejes temáticos y los objetivos estratégicos planteados para el direccionamiento estratégico, los cuales se consideraron tienen causalidad con la misión, visión y valores anteriormente establecidos. ....	77
7. Formulación estratégica .....	79

7.1 Capital intelectual .....	80
7.1.1 Generar un entorno organizativo propicio para coordinar los procesos internos del GDI ..	80
7.1.2 Potenciar el uso de laboratorios como medio para el aprendizaje práctico .....	81
7.1.3 Fortalecer la formación del personal investigativo .....	81
7.2 Producción científica .....	82
7.2.1 Brindar soluciones a problemas productivos nacionales .....	82
7.2.2 Formular proyectos con valor e impacto social y ambiental en concordancia con los ODS	83
7.2.3 Promover el desarrollo de investigaciones multidisciplinares.....	83
7.2.4 Alcanzar la máxima categoría en la escala de Minciencias.....	84
7.3 Cultura investigativa .....	84
7.3.1 Consolidar el semillero de investigación Fase 2, Fase 3 con el fin de mejorar la cultura investigativa de la comunidad universitaria.....	85
7.3.2 Desarrollar programas de educación no formal acordes a las competencias técnicas manejadas por el GDI .....	86
7.4 Redes colaborativas .....	86
7.4.1 Aumentar la interacción del GDI con stakeholders .....	87
7.4.2 Fortalecer la red de egresados del GDI OPALO .....	88
8. Propuesta de un sistema de control y evaluación.....	90
9. Conclusiones.....	94
10. Recomendaciones .....	96
Referencias Bibliográficas .....	98

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 <i>Tabla de cumplimiento de objetivos</i> .....	15
Tabla 2 <i>Listado de profesores planta</i> .....	51
Tabla 3 <i>Tabla categorización integrantes del grupo</i> .....	52
Tabla 4 <i>Medición del Grupo según la sub-línea de investigación</i> .....	55
Tabla 5 <i>Resultados encuesta de satisfacción- Semillero de investigación Fase 2</i> .....	57
Tabla 6 <i>Ingresos del Grupo OPALO</i> .....	58
Tabla 7 <i>Egresos del Grupo OPALO</i> .....	59
Tabla 8 <i>Capital Humano</i> .....	61
Tabla 9 <i>Capital Estructural</i> .....	62
Tabla 10 <i>Capital Relacional</i> .....	63
Tabla 11 <i>Matriz EFI- Capital humano</i> .....	64
Tabla 12 <i>Matriz EFI- Capital estructural</i> .....	64
Tabla 13 <i>Matriz EFI- Capital relacional</i> .....	65
Tabla 14 <i>Análisis externo</i> .....	69
Tabla 15 <i>Matriz EFE- Factores externos</i> .....	70
Tabla 16 <i>Matriz DOFA</i> .....	71
Tabla 17 <i>Objetivos estratégicos por eje temático</i> .....	78
Tabla 18 <i>Matriz Saaty para priorizar objetivos estratégicos</i> .....	79
Tabla 19 <i>Priorización objetivos método Saaty</i> .....	79
Tabla 20 <i>Cuadro Mando Integral</i> .....	91

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1 <i>Factores determinantes en la producción científica de los grupos de investigación</i> .....	20
Figura 2 <i>Tipos de financiación</i> .....	22
Figura 3 <i>Metodología</i> .....	43
Figura 4 <i>Líneas de investigación grupo de investigación OPALO</i> .....	49
Figura 5 <i>Evaluación de resultados plan de trabajo 2020</i> .....	53
Figura 6 <i>Clasificación Minciencias Grupo de Investigación OPALO (2013-2021)</i> .....	54
Figura 7 <i>Producción del Grupo de Investigación OPALO 2016-2021</i> .....	55
Figura 8 <i>Cantidad de proyectos de investigación según el año</i> .....	56
Figura 9 <i>Cantidad de proyectos de investigación según la sub-línea de investigación 2016-2021</i> .....	56
Figura 10 <i>Composición porcentual de los egresos 2020-2022</i> .....	60
Figura 11 <i>Árbol de problema Capital Humano</i> .....	66
Figura 12 <i>Árbol de problema Capital Estructural</i> .....	66
Figura 13 <i>Árbol de problema Capital Relacional</i> .....	67
Figura 14 <i>Árbol de objetivos- Capital Intelectual</i> .....	68
Figura 15 <i>Matriz de impacto/influencia</i> .....	74
Figura 16 <i>Mapa de procesos</i> .....	75
Figura 17 <i>Organigrama actual</i> .....	75
Figura 18 <i>Nueva misión del Grupo de Investigación OPALO</i> .....	76
Figura 19 <i>Nueva visión del Grupo de Investigación OPALO</i> .....	76

Figura 20 <i>Valores del Grupo de Investigación</i> .....	77
Figura 21 <i>Ejes temáticos del plan estratégico</i> .....	77
Figura 22 <i>Estrategias</i> .....	89
Figura 23 <i>Mapa estratégico</i> .....	90

## **Lista de Apéndices**

**“Los apéndices están adjuntos y pueden ser visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS”**

Apéndice A- Inventario grupo de investigación OPALO

Apéndice B- Listado de integrantes

Apéndice C- Plan de trabajo

Apéndice D- Consolidado producción

Apéndice E- Encuesta semillero de investigación

Apéndice F- Cuestionario de capital intelectual

Apéndice G- Priorización factores internos

Apéndice H- Fotos evidencia taller

Apéndice I- Análisis externo

Apéndice J- Evaluación oportunidades y amenazas

Apéndice K- Priorización factores externos

Apéndice L- Benchmarking

Apéndice M- Mapeo de stakeholders

Apéndice N- Fuentes de financiación

Apéndice O- Revisión misión, visión y valores

Apéndice P- Plan de acción

Apéndice Q- Formato lluvia de ideas link

Apéndice R- Formato acta de reunión

Apéndice S- Propuesta semillero de investigación

Apéndice T- Portafolio de productos y servicios

Apéndice U- Cuadro de Mando Integral

## Resumen

**Título:** Formulación de un plan estratégico para el Grupo de Investigación OPALO de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales-UIS\*

**Autor:** Sara Raquel Vera Diaz\*\*

**Palabras Clave:** Cuadro de Mando Integral, grupo de investigación, indicadores de gestión, objetivos estratégicos, planeación estratégica.

### Descripción:

Este trabajo presenta la formulación de un plan estratégico para el grupo de investigación OPALO de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, EEIE con el fin de apoyar la toma de decisiones y asegurar su éxito a largo plazo. El desarrollo metodológico inició con el diagnóstico de la situación actual del grupo a través de entrevistas semiestructuradas, cuestionario de capital intelectual, análisis PESTEL y matriz DOFA, en un segundo momento se realizó una revisión de literatura del entorno investigativo y organizacional de los grupos de investigación, GDI, como objeto de estudio, definiendo factores determinantes en la producción científica y métodos a implementar. La cultura organizacional, recursos financieros y humanos, gestión del conocimiento y la relación universidad-industria-gobierno son factores fundamentales para el crecimiento de los GDI. Enseguida, se presentó un benchmarking de las estrategias de distintos GDI a nivel nacional y mundial que permite comparar las diferencias estratégicas de cada uno. Con base en esta información y la realización de talleres con el comité de trabajo, se planteó la reformulación del direccionamiento estratégico (misión, visión y valores) y el plan de acción para el periodo de 2023-2030 y el mapa estratégico junto con la propuesta de portafolio de productos y servicios. Finalmente, se articuló el cuadro de mando integral con los indicadores de gestión para el seguimiento del plan.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales. Ingeniería industrial. Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento. PhD. en Ingeniería. Tutor: Luis Fernando Corzo Porras. Ingeniero Industrial.

### Abstract

**Title:** Formulation of a strategic plan for the OPALO Research Group of the School of Industrial and Business Studies-UIS. \*

**Author(s):** Sara Raquel Vera Diaz<sup>5</sup>

**Key Words:** Balanced Scorecard, research group, management indicators, strategic objectives, strategic planning.

### Description:

This paper presents the formulation of a strategic plan for the OPALO research group of the School of Industrial and Business Studies, EEIE, in order to support decision-making and ensure its long-term success. The methodological development began with the diagnosis of the current situation of the group through semi-structured interviews, intellectual capital questionnaire, PESTEL analysis and SWOT matrix, in a second stage a literature review of the research and organizational environment of research groups, RG, as an object of study, defining determining factors in scientific production and methods to implement. Organizational culture, financial and human resources, knowledge management and the university-industry-government relationship are fundamental factors for the growth of RGs. Next, a benchmarking of the strategies of different IDGs at the national and world level was presented, allowing a comparison of the strategic differences of each one. Based on this information and the workshops held with the working committee, the reformulation of the strategic direction (mission, vision and values) and the action plan for the period 2023-2030 and the strategic map together with the proposed portfolio of products and services were proposed. Finally, the balanced scorecard was articulated with the management indicators for monitoring the plan.

---

\* Degree Work

<sup>5</sup> Faculty of Physicomechanic Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento. PhD. en Ingeniería. Tutor: Luis Fernando Corzo Porras. Ingeniero Industrial.

## **Introducción**

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación, CTI, son factores clave en la transformación de Colombia en una sociedad y una economía basadas en el conocimiento. La universidad, de acuerdo con su naturaleza, es un actor estratégico reconocido como generador de conocimiento y este a su vez es considerado como un activo organizacional, debido al importante aporte que brinda a la sociedad y la ventaja competitiva que representa a las organizaciones. El éxito de las instituciones de educación superior depende en gran medida de su capacidad para administrar y utilizar eficazmente el conocimiento que se produce en su interior. La Universidad Industrial de Santander, UIS, (2019) en la búsqueda por contribuir con la generación de nuevo conocimiento de alta calidad orientada al desarrollo científico, tecnológico, social, económico, cultural y político del país en un entorno global, presenta como eje articulador de las funciones misionales a la investigación y la innovación en su plan de desarrollo 2019-2030.

Como parte del cumplimiento de este enfoque, la UIS ha trabajado activamente en la conformación de 98 grupos de investigación que operan en la actualidad, quienes son la unidad fundamental del Sistema de Investigación de la Universidad. Los grupos de investigación son un equipo humano especializados en un área de conocimiento responsables de la generación de conocimiento y el desarrollo tecnológico y social, también, forman una cultura investigativa en los estudiantes sobre una base científica, ética y humanista.

En consecuencia, el plan de mejoramiento de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, EEIE, (2020) manifiesta la importancia de la investigación y prioriza formalizar las pautas de trabajo con las cuales se le brinde una adecuada gestión de las capacidades de los grupos de investigación. Es importante señalar que la comunidad académica como las entidades que regulan la investigación han establecido criterios de desempeño institucional difíciles de alcanzar sin una acción debidamente planificada (Delgado et al., 2019).

Teniendo en cuenta esta declaración y con el propósito de contribuir con el Plan de Desarrollo UIS y Plan de Mejoramiento EEIE, sumado a los desafíos que traen consigo las organizaciones de un ambiente intensamente dinámico y cambiante, se revela la necesidad de formular una herramienta que reúna información estratégica para la toma de decisiones y permita

alcanzar un rol investigativo que logre el reconocimiento nacional del Grupo OPALO. Según los resultados de una investigación realizada por Miller y Cardinal (1994), existe un impacto positivo en el rendimiento de las organizaciones gracias a la planificación estratégica, esta influencia puede llegar a tener un alcance a mediano y largo plazo según lo que se proyecte, logrando definir objetivos, estrategias y acciones que incrementen la competitividad y garanticen la sostenibilidad de la organización (Chiavenato et al., 2016). La planeación estratégica puede ser especialmente útil debido a la naturaleza compleja y a menudo interdisciplinaria de los proyectos de investigación, la falta de una formulación e implementación adecuada de esta puede llevar a la dispersión de recursos, la duplicación de esfuerzos y la falta de resultados significativos.

El presente documento tiene por objetivo la formulación de un plan estratégico para el Grupo en Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos, OPALO, como instrumento de reflexión estratégica. Esta proyección comienza con el diagnóstico que permite entender la situación actual de la organización realizando un análisis interno y externo con herramientas como la matriz DOFA y el análisis PESTEL. Posteriormente se determina el GAP estratégico comparando el desempeño actual con el estado deseado, por medio de un análisis de tendencias, que sirvió como fundamento para desarrollar la misión, visión y los objetivos estratégicos.

En las siguientes fases se concretan las estrategias representadas mediante un mapa estratégico que facilita su comunicación y socialización, por último, se diseña un cuadro de mando integral que proporciona indicadores para la medición correcta del desempeño del grupo de investigación durante la implementación de este plan, haciendo un correcto acoplamiento entre lo que se plantea y lo que se llevará a cabo, utilizando herramientas como las entrevistas, cuestionarios y talleres, contando con la participación de los miembros del comité estratégico conformado.

**Tabla de cumplimiento de objetivos****Tabla 1***Tabla de cumplimiento de objetivos*

<b>OBJETIVO</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>
1. Realizar un diagnóstico interno y externo de la situación actual del Grupo de Investigación OPALO mediante una matriz DOFA.	Capítulo 4 y Apéndice I
2. Realizar un análisis del entorno investigativo y organizacional de los grupos de investigación a nivel mundial para la identificación de variables de incidencia en el desempeño de estos.	Capítulo 2
3. Establecer los componentes de direccionamiento estratégico como visión, misión, valores y objetivos a mediano y largo plazo, para el grupo de investigación OPALO.	Capítulo 5
4. Diseñar las acciones estratégicas que permitan alcanzar los objetivos propuestos elaborando una matriz de plan de acción.	Capítulo 6
5. Definir indicadores de gestión como mecanismo de control para el cumplimiento de metas y objetivos a través de un Cuadro de Mando Integral.	Capítulo 7
6. Determinar el portafolio de productos y servicios del Grupo de Investigación OPALO.	Capítulo 6 y Apéndice T

**1. Especificaciones del proyecto**

A continuación, se presentan los datos generales del trabajo de grado, incluyendo el planteamiento del problema y los objetivos.

**1.1 Planteamiento del problema**

Se ha demostrado que la planeación estratégica brinda diversos beneficios a las organizaciones que la diseñan e implementan de manera adecuada; se recomienda que esta forme parte de los enfoques de gestión habituales en cualquier organización debido a su trascendencia y utilidad (George et al., 2019). Según Kabeyi (2019), un plan estratégico es una herramienta que beneficia a todas las organizaciones, debido a que permite definir la dirección de la organización y como resultado dirigir los esfuerzos en la búsqueda de los objetivos.

De acuerdo con lo anterior, formular un plan estratégico además de constituirse como una herramienta útil para orientar el actuar en cualquier organización, también representa un instrumento para alinear el enfoque estratégico de la UIS, como lo es, la investigación e innovación

como ejes articuladores de las funciones misionales expresado en el Plan de desarrollo institucional, PDI, (UIS, 2019) con el Grupo en Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos, OPALO. En las últimas 5 convocatorias en la escala del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, Minciencias de la Convocatoria Nacional para el Reconocimiento y Medición de Grupos de Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y para el Reconocimiento de Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, SNCTI (Minciencias, 2021), el Grupo OPALO se ha encontrado categorizado permanentemente como clasificación B. El lento crecimiento a nivel competitivo es una consecuencia de la ausencia de direccionamiento y establecimiento de estrategias para la organización, provocando así, según de lo descrito en el diagnóstico, capítulo 4, un bajo impacto de la producción científica a nivel regional y a su vez una fuga importante de capital humano. Para subir de categoría es requisito dirigir, codirigir o asesorar tesis de doctorado, esta condición no se ha cumplido debido al poco trabajo para gestionar el proceso con otras escuelas y sus programas de posgrado.

La Política de Investigación de la UIS (2020) declara la importancia de la gestión del conocimiento que permita el análisis y la solución de los problemas y necesidades de la sociedad y del sector productivo de la región y del país; cumplir con este lineamiento se convierte en una necesidad de carácter inmediato para el grupo de investigación OPALO; por lo que es pertinente formular un plan estratégico donde se consoliden esfuerzos para que las actividades de investigación produzcan mayores efectos que aporten al desarrollo del país, respondan a las demandas del contexto en el que se encuentra y aumente su visibilidad a nivel nacional. Esta planeación será útil para el redireccionamiento y priorización de variables estratégicas, basado en la definición de los objetivos, la misión, la visión, la contribución de una proyección a largo plazo y la evaluación del cumplimiento de los objetivos establecidos por medio de un cuadro de mando integral, CMI, que servirá como herramienta de control de desempeño, puesto que es fundamental comprobar el acoplamiento entre la formulación de las estrategias y su implementación; permitiendo que los integrantes se involucren con la implementación del plan de acción definido y garantizando el buen rendimiento del mismo, detectando a tiempo señales de aviso, que expongan la presencia de debilidades y/o nuevas fortalezas que presenten la necesidad de cambios en la gestión de determinado proceso con el transcurso del tiempo (Almuiñas & Galarza, 2012).

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo general***

Formular un plan estratégico para el Grupo de Investigación en Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos-OPALO de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

Realizar un diagnóstico interno y externo de la situación actual del Grupo de Investigación OPALO mediante una matriz DOFA.

Realizar un análisis del entorno investigativo y organizacional de los grupos de investigación a nivel mundial para la identificación de variables de incidencia en el desempeño de estos.

Establecer los componentes de direccionamiento estratégico como visión, misión, valores y objetivos a mediano y largo plazo, para el grupo de investigación OPALO.

Diseñar las acciones estratégicas que permitan alcanzar los objetivos propuestos elaborando una matriz de plan de acción.

Definir indicadores de gestión como mecanismo de control para el cumplimiento de metas y objetivos a través de un Cuadro de Mando Integral.

Determinar el portafolio de productos y servicios del Grupo de Investigación OPALO.

## **2. Revisión de la literatura**

Se profundizó en la literatura para definir los factores claves de éxito de los grupos de investigación y las diversas prácticas sugeridas para implementar en los enfoques estratégicos. Además, se reunió las tendencias investigativas acordes con las del grupo de investigación.

En las revisiones la base de datos utilizada para la búsqueda fue Web of Science por su representatividad en el mundo científico. Los criterios de la búsqueda considerados son: documentos registrados en la base de datos Web of Science, documento tipo artículos. Rango de años de 20017 a 2022. Documentos en inglés y español.

### **2.1 Análisis del entorno organizativo**

Para la primera revisión, se consideraron estudios publicados en los últimos cinco años estructurada en una ecuación de búsqueda en la ISI Web of Science que contenía las siguientes palabras claves “research groups”, “academic culture”, “organizational culture”, “scientific

production”, “knowlegde management”, obteniendo 61 resultados, los cuales fueron filtrados por su título y resumen, quedando un total de 27 artículos, con los cuales se siguió el método de análisis de contenidos a través del software Citavi se construyó la siguiente narrativa que representa parte del diagnóstico. Los términos de búsqueda se aplicaron en idioma inglés para obtener las palabras clave, título y el artículo.

A continuación, se presentan los hallazgos de la primera revisión de la literatura.

### ***2.1.1. Factores determinantes en la producción científica de los grupos de investigación***

En la literatura se encontró que cuando los objetivos del GDI están alineados con los de sus integrantes, el prestigio de los investigadores se convierte en una extensión del éxito del grupo de investigación (Kekäle, 2018). Según García Ponce de León et al. (2019), aporta en esta línea al identificar que los investigadores definen de manera distinta el prestigio; algunos creen que el prestigio es la realización de consultorías a entidades privadas y públicas; otros consideran que se obtiene de los estudiantes o de investigaciones publicadas en revistas internacionales. De cualquier forma, los resultados de la producción científica convergen con estas definiciones.

En la búsqueda de mejorar la producción científica, y por consecuencia el reconocimiento de los grupos de investigación a nivel mundial, se destacan factores o recursos relevantes en las dinámicas de investigación. Para efectos de esta revisión se asocian dichos puntos en los siguientes factores:

- Cultura Organizacional

La cultura organizacional a través de una dimensión motivadora afecta positivamente la producción científica; una cultura motivadora que promueva el reconocimiento, incentivos económicos, crecimiento personal y profesional basada en políticas, valores y practicas alineadas al GDI (Rueda-Barrios y Rodenes-Adam, 2016).

- Recursos financieros

Los recursos financieros juegan un papel importante dentro de la innovación de los GDI. Al destinar este recurso al capital tecnológico se influyen de manera positiva a la producción científica, que por consiguiente se logra una mayor asignación de recursos tecnológicos que son la base para la creación y aumentos de artículos científicos, patentes, capítulos, entre otros. Los elementos tecnológicos que tienen influencia directa sobre la producción, estos son: laboratorios, equipos de cómputo y software.

- Recursos humanos

Para el progreso de la investigación es imprescindible contar con un personal I+D calificado y con experiencia, que además de aportar conocimiento, tenga la disposición de invertir tiempo en las investigaciones, pues este es otro aspecto que determina el éxito del grupo de investigación (Rueda-Barrios y Rodenes-Adam, 2016). En la literatura se menciona estrategias para el fomento de la participación de las personas en los GPI, tales son los incentivos económicos que se presentan como un factor determinante en el desenvolvimiento de las investigaciones, pues una mayor intensidad de incentivos se traduce en un crecimiento de la producción científica (Chalela-Naffah y Rodríguez-Gómez, 2020).

- Gestión del conocimiento

La socialización, exteriorización, combinación e internalización son procesos claves que permiten la gestión del conocimiento, por eso al fortalecerlos, se genera una cultura participativa y un capital tecnológico que facilita la calidad de la producción científica (Rueda-Barrios & Rodenes-Adam, 2016).

- Universidad-Industria-Gobierno

A lo largo de los años, el rol de la universidad en la triple hélice se ha transformado al dejar de ser tan solo un ente generador de conocimiento y convertirse en un agente activo de transformación social. Es decir, que los investigadores ya no son distantes a las problemáticas del contexto, por el contrario, las investigaciones asumen la realidad con el sentido de generar un producto que aporte a la sociedad (Caliari & Chiarini, 2018).

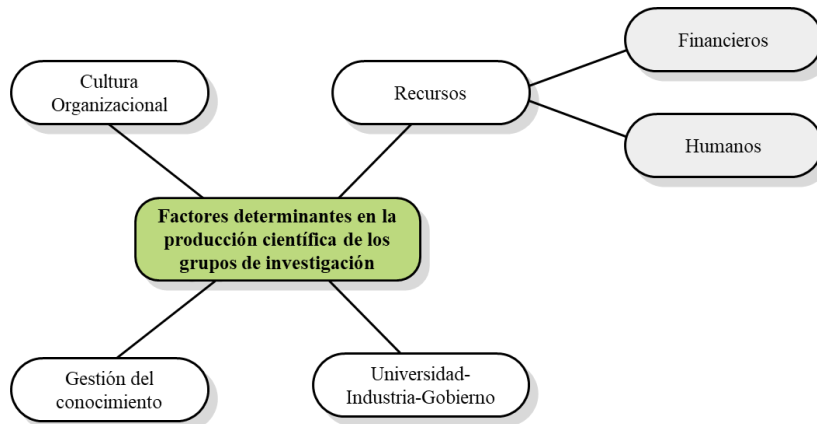
Caliari y Chiarini (2018) afirman que el aumento de interacciones con empresas produce un crecimiento en la capacidad de los GDI en la generación de tecnología. Ahora bien, para entablar relaciones o concretar proyectos con empresas, no es necesario que el GDI logre el prestigio científico y tecnológico.

En torno a la relación de gobierno-universidad, se destaca el rol del primero como fuente de financiamiento de la investigación de los GDI y las políticas públicas como medidas enfocadas a la generación de una cultura científica de la región. Un reflejo de lo expresado es el sistema meritocrático que el estado colombiano lleva a cabo en la actualidad y que trae consigo diversos

procesos públicos que crean resistencia a los investigadores, pues estos toman mucho tiempo para ser gestionados, y es un tiempo con cual los científicos, no cuentan (García Ponce de León et al., 2019).

### Figura 1

*Factores determinantes en la producción científica de los grupos de investigación*



*Nota.* Adaptado de Caliarì y Chiarini (2018), Rueda-Barrios & Rodenes-Adam (2016) y Chalela-Naffah y Rodríguez-Gómez (2020)

#### 2.1.2 Estrategias

Para obtener mejores resultados en producción científica, los grupos de investigación requieren de una cultura organizacional que promueva políticas, valores y prácticas alineadas a los resultados de investigación. Para ello es importante generar mayor asignación de recursos tecnológicos, tiempo para ejercer la investigación y personal I+D que contribuya al desarrollo de las actividades y a una mejor gestión del conocimiento; solo así, se podría obtener una mayor producción científica y una mejor clasificación para los grupos de acuerdo con la evaluación que realiza Minciencias en Colombia.

El desarrollo de estrategias que proponga la institución debe tener en cuenta que los miembros pondrán sus conocimientos en función de los intereses de la organización si estos intereses colectivos también forman parte de sus intereses personales. (Rodríguez-Lora & Herrera-Caballero, 2021).

- Financiación

Para el desarrollo económico de la región, las universidades deben satisfacer las necesidades de conocimiento mediante la investigación, para suplirlas, se debe contar con recursos financieros los cuales provienen de fondos públicos o privados.

Para obtener una financiación pública, los GDI deben estar atentos a convocatorias nacionales o internacionales que se publican por medio de conferencias, boletines informativos, páginas web oficiales, entre otros canales de comunicación (Regueiro-Picallo et al., 2020). Sin embargo, la escasez de estos fondos públicos en investigación e innovación principalmente para las universidades públicas provocó la búsqueda de otros tipos fondos que complementen los fondos públicos.

Rapini et al. (2019) afirma que los grupos de investigación de las universidades deberían ser incentivados a buscar fondos privados para llevar a cabo sus investigaciones, resolviendo con esto la disminución de la financiación gubernamental en la investigación y acortar la distancia relacional entre las universidades y las empresas; países en vía de desarrollo han optado por aumentar estas interacciones como solución a la falta de recursos. También, señalan que la financiación privada no parece contaminar la misión universitaria enfocada en la generación de conocimiento y la formación, sino por el contrario, en la relación Industria-Universidad sigue prevaleciendo la calidad en los productos científicos. Un rol proactivo y emprendedor promueve las relaciones entre estos dos organismos

Usar como referencia los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los Principios de Investigación e Innovación Responsables, permiten reconocer el impacto social de la investigación que va más allá de lo académico (Senabre Hidalgo y Fuster Morell, 2019). Incluso, se recomienda diseñar proyectos de investigación que tenga un impacto en la sostenibilidad de la región de los cuales se pueda conseguir algún tipo de financiación por su relevancia (Plieninger et al., 2021).

**Figura 2***Tipos de financiación*

*Nota.* Adaptado de Rapini et al. (2019) y Regueiro-Picallo et al. (2020)

- Gestión del conocimiento

Un ambiente de confianza entre los miembros es clave para que exista un flujo de conocimiento continuo y grupal, esta cultura de cooperación y colaboración debe desarrollarse en la institución como la herramienta más importante de intercambio de conocimiento (Pertuz-Peralta et al., 2022). Por consiguiente, Rodríguez-Lora & Herrera-Caballero (2021) proponen que estos conocimientos sean transmitidos a través de procesos de socialización, educación, profesionalización, imitación e intercambio.

Los investigadores tienen una tendencia general a maximizar los beneficios y minimizar los costos en el proceso de compartir el conocimiento, por lo que las recompensas, especialmente aquellas asociadas con la mejora de las relaciones interpersonal personales son un factor importante. Esto se refiere a la oportunidad de desarrollar políticas universitarias para el intercambio de conocimientos que clarifique los procesos y beneficios (Pertuz-Peralta et al., 2022). La cantidad de conocimientos transferidos por los académicos refleja su compromiso y voluntad de contribuir al éxito de su universidad y esta correcta intercambio permite actualizar los procesos de una forma menos costosa por medio de la creación de redes con los generadores de conocimiento.

Por otro lado, las oficinas de transmisión de conocimiento con un papel activo facilitan la interacción entre la universidad y la industria. Sin embargo, muchas de estas oficinas poseen

limitantes que para los grupos de investigación avanzados no presenta aportes significativos (Pinto & Fernández-Esquinas, 2018).

Actividades como crear una política que fomente la participación en eventos académicos garantizando la comodidad de los miembros del grupo y una política de comunicación para compartir los logros obtenidos como medio de reconocimiento. Estas medidas también requieren preparación de los integrantes en habilidades blandas que permitan transferir eficazmente el conocimiento (Posada-Arias et al., 2018).

- Narcisismo organizacional

Para que la gestión del capital intelectual tenga un impacto en el rendimiento del GDI se hace valioso identificar y evaluar continuamente los conocimientos y el desarrollo de acciones. El grupo de investigación debe adoptar comportamientos y prácticas narcisistas que mejoren la percepción que se tiene de sus miembros y de sus propios conocimientos y capacidades. Es así, como el grupo logrará una mayor presencia en su área de conocimiento y en los espacios académicos, lo que conduce a un mejor aprovechamiento de los activos y mejora el rendimiento (Posada-Arias et al., 2018).

La gestión del capital intelectual permite identificar áreas de conocimiento claves en las que el grupo tiene experiencia; esto, a su vez, puede dar lugar a proyectos, aprovechando las competencias existentes para la producción académica y de otros productos. Sin embargo, para que esto sea posible, se requiere el apoyo del narcisismo, en particular, el sentido de superioridad, que contribuye a aumentar la confianza que el equipo tiene en su propio conocimiento. Esto motiva al grupo a generar y tener acuerdos institucionales o beneficios con otros GDI de alto impacto que con los que considera que puede lograr mayor visibilidad, aumentar su inventario de conocimiento y, por lo tanto, incrementar sus niveles de producción académica. Los grupos deben promover cambios en su cultura organizacional. En particular, es necesario que los rituales, el lenguaje y los símbolos, incluso los espacios, se orienten a la construcción de una identidad caracterizada por el sentido de grandeza y la necesidad de admiración como estrategia para hacer posible el impacto del MCI en la producción académica (Posada-Arias et al., 2018).

Asimismo, la motivación extrínseca, las relaciones recíprocas, la autoestima y la norma subjetiva se consideran factores decisivos en la posición de un investigador hacia el intercambio de conocimientos. Estos rasgos de personalidad están relacionados con el narcisismo

organizacional, puesto que los narcisistas tienen una alta probabilidad de surgir como líderes (Pertuz-Peralta et al., 2022).

- Pedagogía en investigación

Mykhyda et al. (2020) refieren que actividades que funcionan como estrategias para la adquisición de habilidades de investigación creativa e independiente son, estimular en los estudiantes la motivación responsable y las actitudes de valor; actualizar y complementar el contenido de una oferta de cursos de investigación académica con tareas casi profesionales; involucrar a los estudiantes en la colaboración práctica real en el entorno educativo; aplicar tecnologías pedagógicas actualizadas; incorporar las actividades de investigación con los estudiantes de secundaria en las prácticas de enseñanza en la escuela; y estimular el trabajo experimental e involucrar a los estudiantes en la preparación de informes de investigación y su presentación en conferencias de investigación de varios niveles.

Además, Mykhyda et al. (2020) establecen un modelo de acompañamiento en la investigación de estudiantes de pregrado y posgrado donde se presenta una etapa de objetivos (metas, tareas, enfoques y principios), de contenido y proceso (etapas, formas, métodos, tecnologías, medios), etapa de proceso (condiciones pedagógicas, formas, métodos y medios de enseñanza) y, por último, de resultados y evaluación (parámetros, niveles, criterios e indicadores).

- Reclutamiento

Dentro de los aspectos a tener en cuenta al momento de reclutar investigadores para el GDI, se encuentra la motivación intrínseca duradera del reclutado, considerar investigadores que compartan los objetivos y la misión institucional de manera que se desempeñen como actores claves. En el contexto cultural, la dinámica, el liderazgo, la creación de redes y la capacidad de aportar valor añadido a la comunidad investigadora internacional y a otras partes interesadas son factores claves. La identificación de las competencias básicas necesarias es un paso imprescindible para que el perfil del grupo pueda fortalecerse creando cohesión y colaboradores activos, la planeación del personal juega un papel estratégico en el desarrollo de la investigación (Kekäle, 2018). Un investigador debe tener la capacidad de cooperar con investigadores nacionales e internacionales, aportando valor añadido en cada colaboración.

El grupo de investigación fortalece constantemente su perfil mediante la construcción de una red internacional de investigadores. Esto se hace a través de la colaboración, comunicación y

observación de potenciales investigadores. En este proceso activo, el equipo se reúne con investigadores de ideas afines y fundamentalmente motivados, y exploran sus posibilidades a través de visitas y colaboraciones. La red de candidatos potenciales crece y se prepara para cuando surgan oportunidades de trabajo. Después de un reclutamiento exitoso, el investigador que se une al equipo puede generar fácilmente mayores ingresos de lo que se le paga por su trabajo. Por lo tanto, una buena contratación debe verse como una inversión. En cualquier caso, el resultado del trabajo de investigación depende de la creatividad y motivación del equipo, y cuanto mejor sea el equipo, mejores serán los resultados. En el modelo proactivo, el reclutamiento no se considera un procedimiento administrativo o burocrático separado después de que se abre una vacante, sino una parte integral de la construcción del currículum, el perfil y la reputación. Tal enfoque no puede ser respaldado por medidas puramente administrativas, se requiere el liderazgo de investigadores responsables de tomar decisiones de contratación (Kekäle, 2018).

Uno de los obstáculos de este modelo es que puede ser difícil para grupos que no son dinámicos y no tienen conexiones internacionales comenzar a mejorar su trabajo en esta dirección. Sin embargo, a la larga, se puede desarrollar un enfoque más proactivo atrayendo a la organización habilidades y conocimientos necesarios (Kekäle, 2018).

- Universidad-Industria

La interacción universidad-industria ha entrado en la agenda política como estrategia para fomentar la transferencia de tecnología en los distintos países en vía de desarrollo. Sin embargo, este intercambio presenta barreras debido a las normas contradictorias relativas al conocimiento y la información privada y pública. Estas barreras transaccionales incluyen la burocracia (tanto en las universidades como en las empresas), el costo de los contratos, la falta de confianza y la propiedad intelectual. (Colombo & Garcia, 2021).

Entre algunas estrategias para la resolución de este conflicto se encuentran el desarrollo de la confianza mutua, basada en las relaciones a nivel personal, la adaptación y el logro de un consenso sobre la utilización de los resultados de la investigación. Estos procesos permiten a los socios equilibrar el aprendizaje y la protección y reducir las barreras informativas dentro de la colaboración (Kunttu & Neuvo, 2019). También, la utilización de herramientas de retroalimentación positiva sobre las colaboraciones en el tiempo permite identificar las fortalezas y debilidades de cada proceso y apuntar a la mejora.

Para los investigadores, los beneficios intelectuales son una razón importante por la cual ellos deciden desarrollar proyectos con empresas. Se da lugar a nuevas ideas de proyectos de investigación, aportando así nuevas preguntas de investigación a la universidad, intercambio de conocimiento y adicionalmente, se promueve nuevas relaciones de red y reputación (García et al., 2019). Colaborar durante un largo periodo de tiempo es otro enfoque, ya que permite que crezca el conocimiento de los socios aumentando los beneficios intelectuales de la investigación académica.

Los GDI que asignan mayor importancia a los beneficios económicos relacionados con su colaboración, como el uso conjunto de equipos de laboratorio, insumos de investigación y recursos financieros, participan en menos proyectos de colaboración con la industria. Es decir, la ganancia a nivel monetario obtenido por estos proyectos no representa una motivación para incentivar su aumento, por el contrario, se asume que los investigadores se centran en proyectos específicos (García et al., 2019).

Para fomentar la colaboración entre las universidades y la industria, el estado debería centrarse en facilitar el acceso a los recursos de investigación académica y garantizar los resultados del aprendizaje a través de la colaboración. Además, crear unas políticas que fomenten este tipo de proyectos en donde se deben incluir requisitos relativos a la generación de resultados académicos, como las publicaciones. Estas políticas buscan simplificar los procedimientos relacionados con los contratos con las empresas como un método importante para estimular la cooperación con las partes interesadas (García et al., 2019).

Según las estimaciones del estudio de Colombo y García (2021) un grupo de investigación que esté relacionado a una empresa tiene la probabilidad relativa para asociarse de 2,5 veces más y colaborar 8 veces más que los grupos sin relaciones sociales. Además, es más probable que las empresas se asocien con un grupo de investigación si este pertenece a una universidad donde al menos uno de sus empleados haya completado estudios de posgrado. Este resultado sugiere la utilización de las relaciones académicas con el fin de influenciar el desarrollo de nuevos proyectos. Las relaciones académicas de los antiguos estudiantes facilitan la comunicación y negociación entre empresas y grupos académicos de investigación, lo que aumenta la eficacia esperada de la iniciativa colaborativa. Los estudiantes de posgrados son la conexión que se necesita con las empresas, al ser el punto de contacto, generan confianza y ayudan a fijar metas y objetivos, y así,

llegar a acuerdos que sean beneficiosos tanto científica como comercialmente (Colombo & Garcia, 2021).

Por último, la ubicación geográfica también afecta en la decisión de las empresas sobre colaborar con los grupos de investigación, por lo que se sugiere realizar el proceso de búsqueda de empresas regionales para colaborar en nuevos proyectos (Colombo & Garcia, 2021).

- Grupos Interdisciplinarios

La necesidad de cooperación interdisciplinaria en los últimos años ha aumentado considerablemente debido a la creciente complejidad de los problemas sociales, ambientales, económicos y de salud que enfrenta la humanidad en la actualidad. Esto requiere de un esfuerzo colectivo que va más allá de la disciplina y capacidades de un solo investigador. Entre las ventajas de realizar un trabajo interdisciplinario se considera la importancia práctica del trabajo, las oportunidades de aprendizaje y las oportunidades profesionales (Tkachenko & Ardichvili, 2020).

Las redes de investigadores facilitan la información, permiten responder rápidamente a oportunidades de proyectos y tener acceso a nuevos recursos (Tkachenko & Ardichvili, 2020) aumentando así, el desempeño de la investigación (Martín-Alcázar et al., 2022).

El capital social de una organización puede influir en los recursos de conocimiento disponibles. Es decir, la manera en cómo se estructura las redes sociales recae en el rendimiento de la investigación. El capital social se clasifica entre dimensión interna y externa. La interna abarca los recursos de las relaciones dentro del GDI y la externa hace referencia a otros actores. Estas relaciones verticales y horizontales brindan eficacia en los resultados del grupo (Martín-Alcázar et al., 2022).

## **2.2 Revisión de la literatura sobre las tendencias investigativas de las líneas de investigación**

En el proceso de la segunda revisión de la literatura se elaboró la ecuación de búsqueda donde se estableció las siguientes palabras clave: “trend”, “prospective”, “supply chain”, “data analytics”, “operation management”, “smart manufacturing”, “automation” OR “logistics”, “optimization”, “simulation” and “model” obteniendo 141 resultados, los cuales fueron filtrados por su título y resumen, quedando un total de 25 investigaciones que se centraron en el análisis bibliográfico de diversos autores enfocados en la línea de investigación de la gestión de la cadena de suministro, teniendo en cuenta la línea enfocada en el modelado, la simulación y optimización

de sistemas de producción y logística, la cual se divide en 3 ramificaciones, siendo la primera, el proceso de automatización y control, la segunda la manufactura inteligente y la tercera la logística que agrupa la logística y transporte de mercancías y pasajeros, logística aeroportuaria, logística humanitaria y logística hospitalaria; por otra parte, como segunda línea se establece la analítica de datos enfocada en la gestión de la cadena de suministro la cual se divide en diversas tecnologías y aplicaciones que son utilizadas en la mejora continua de los procesos dentro de la cadena de suministros.

A continuación, se presentan los hallazgos de la segunda revisión de la literatura.

### **2.2.1 Modelado, simulación y optimización de sistemas de producción y logística.**

- **Automatización y control**

De acuerdo con la revisión de la literatura, la automatización y control juega un papel importante dentro de la cadena de suministros, teniendo en cuenta que el proceso de CS se basa en una red utilizada para entregar productos y servicios desde los proveedores de materias primas hasta los clientes finales a través del flujo integrado de información, material y efectivo (Blackstone, citado por Suryawashi y Durra, 2022). Por lo tanto, la investigación realizada por Suryawashi y Durra (2022), se centra en el estudio de la resiliencia de la cadena de suministros como una perspectiva de investigación que se encuentra en estado incipiente, debido a que la investigación permite a nivel de tendencias y oportunidades ahondar en las herramientas de investigación basadas en la creación de un manual o guía para la mejora continua de la toma de decisiones en las organizaciones.

Es por ello que la investigación de Romero y Leeuw (2020), se enfoca con base a la revisión realizada, en gestionar los riesgos de la cadena de suministro y el análisis de big data, el cual ha tenido un impacto significativo en temas enfocados a la industria 4.0, los sistemas sociotécnicos, las redes sociales, el suministro verde, la cadena de suministro sostenible y la ingeniería de resiliencia; identificando de este modo la importancia de la aplicación del Big Data y la Industria 4.0 en la cadena de suministros, por lo que es importante, establecer que dicha postura permite la utilización de diversas técnicas de minería de textos, utilización de softwares para realizar análisis bibliométricos.

Lo anterior se debe a que Romero y Leeuwe (2020), determinan a manera de oportunidad, realizar diversas investigaciones que permitan la obtención de la información aplicada en diferentes estudios bibliométricos, y de esta manera mediante la aplicación de la programación

matemática en la gestión de la cadena de suministros lograr la optimización de estrategias y técnicas como por ejemplo la ubicación de las instalaciones, el diseño de la red y la planificación de la cadena de suministros.

Por otra parte, Sharma, Shishodia, Guanasekaren, Mun y Munin (2022), permiten mediante su investigación, identificar las tendencias actuales, las brechas y las oportunidades de investigación relacionada con el campo disruptivo de la aplicación en la inteligencia artificial presente en la gestión de la cadena de suministros, la cual es enfocada en la automatización y control de los procesos, de este modo, dentro de su investigación a manera de retos determina que la eficiencia de las herramientas de inteligencia artificial, dependen en su gran medida de la eficacia y la precisión del Software informativo de a IA, ya que esto permitiría ampliar el proceso investigativo en base a el campo disruptivo de las aplicaciones de la inteligencia artificial en el proceso de automatización y control enfocados en la cadena de suministros.

Ahora bien, Anasari y Daxini (2022), establecen que el proceso de remanufactura se encuentra asociado a una gran cantidad de factores inciertos y complicados que son incertidumbre en la cantidad de productos usados, donde se ven involucradas las tasas de recuperación y problema de equilibrio de la demanda; de este modo, Sharma et al (2022), determina la importancia de aplicar la inteligencia artificial enfocada en la gestión de la cadena de suministros, teniendo en cuenta que los estudios actuales de IA no han sido explotados completamente para resolver algunos problemas presentes dentro de la cadena de suministros, permitiendo de este modo implementar la automatización y control de los procesos en la cadena de suministros.

Por lo que, Romer y Leeuw (2020), Surtawashi y Durra (2022), Sharma et al (2022) y Anasari y Daxini (2022), determinan que lo más importante dentro del proceso investigativo enfocado en la automatización y control de la cadena de suministros, es poder profundizar en temas de metaheurística y programación para el desarrollo de nuevas técnicas aplicadas al proceso de automatización, así como también en la identificación de las industrias que adoptan enfoques relacionados con la resiliencia en las empresas.

- **Manufactura inteligente**

De acuerdo con Li, Chen y Shang (2022), la fabricación inteligente ha atraído mucha atención de académicos e industriales, teniendo en cuenta la amplia variedad de tecnologías habilitadoras las cuales generan la mejora continua en la industria manufacturera, permitiendo de este modo que la manufactura sea más inteligente y que sus procesos dentro de las empresas a

través del big data logren una mejora en la competitividad en el mercado de la industria manufacturera, es por ello que Li, Chan y Shan (2022), afirman que el marco de análisis de decisiones inteligentes basado en el Big Data integra muchas tecnologías como el GPS, la nube, entre otros, para lograr de esta manera una mejora continua en la toma de decisiones basada en el análisis impulsado por el Big Data aplicado a los sistemas de fabricación de acuerdo con la estructura interna de las empresas.

Es por ello que Lanza at al (2019), identifica que Las redes globales de producción son una de las formas de organización más criticadas en el sector manufacturero, por lo tanto, mediante la investigación realizadas es necesario identificar los posibles desajustes entre la estrategia de producción y la huella de las RGP, teniendo en cuenta que dicha aplicación no soporta la estrategia de producción de las empresas, de este modo, se hace necesario implementar marcos de gestión fáciles de usar; ahora bien Lanza at al (2019), afirma que en la manufactura inteligente se puede generar bienes de alta calidad con el objetivo de reducir el coste y el tiempo en base a la digitalización de los procesos, por lo que, se establecería una producción más eficiente, flexible y modular, la cual puede ayudar a mantener las estrategias dentro de la red de producción, el campo del diseño de las huellas y la gestión de redes.

Por lo que, Durugbo, Amoudi, Balushi y Anouze (2020), establecen que dentro de la gestión de la cadena de suministros se debe ahondar en la naturaleza del profesionalismo, teniendo en cuenta el uso de sistemas de apoyo y la naturaleza del conocimiento dentro de la cadena de suministros; de este modo Li, Chen y Shange (2022), Lanza at al (2019), y Durugbo at al (2020), dentro de su proceso investigativo, se enfocan en la implementación del Big Data como tecnología principal para el desarrollo continuo de la manufactura inteligente, permitiendo así implementar diversas técnicas y herramientas que permitan una mejora en la cadena de suministros, a través de la manufactura inteligente; sin embargo, la innovación de la cadena de suministro y el posicionamiento estratégico implican decisiones en entornos cada vez más complejos.

Es por ello que Durugbo at al (2020), se enfoca en seleccionar e integrar de manera estratégica los recursos de la red, contratar y entregar soluciones de alta calidad de manera confiable a las organizaciones, y así mismo controlar y financiar de manera rentable las expansiones operativas, ya que la automatización y control de acuerdo con Li, Chen y Shang (2022), mejoran la precisión en la toma de decisiones de fabricación mediante la aplicación de bases de datos enfocadas en la toma de decisiones y la medición de estándares de calidad y

verificación en los sistemas industriales, los cuales son importante para mantener el desarrollo de la manufactura inteligente en la cadena de suministros.

- Logística

La logística es un campo que se aborda en diversas áreas dentro de la empresa, teniendo en cuenta que esta puede ser aplicada tanto de manera interna como externa, de este modo, en el presente análisis se aborda la logística como enfoque central que conforma la logística y transporte de mercancía, la logística humanitaria, la logística aeroportuaria y la logística hospitalaria; por lo tanto, Achetti, Peirano y Gazia (2021), aborda la logística como un modelo de optimización en el transporte multimodal de carga, permitiendo de este modo que la investigación fomente la toma de conciencia sobre la importancia de las características ambientales en la optimización de la logística de transporte, teniendo en cuenta que Achetti at al (2021), menciona la importancia de identificar mejores soluciones en la asignación de flujos de mercancías a lo largo de la red de la cadena de suministros, teniendo en cuenta las características y necesidades de las materias primas.

De este modo, Pan, Trentasaux, Ballot y Huang (2019), en su investigación tienen como objetivo proporcionar pautas a las empresas de logística que deseen embarcarse en el transporte colaborativo horizontal o HCT, con la finalidad de identificar posibles soluciones, ya que se requiere de protocolos y transporte colaborativo para el nivel de servicios y optimización de la red logística de transporte con la finalidad de reducir los niveles de inventario dentro del proceso; por lo tanto, Pan at al (2022), identifican la importancia de la utilización de tecnologías modernas basadas en el internet de las cosas y el RFID para la obtención de la información en tiempo real de la logística y el transporte, en la cual se pueden implementar diversas plataformas digitales colaborativas con mensajes API basados en interfaz de programación de aplicación y EDI basados en el intercambio electrónico de Datos.

Sin embargo, Archetti, Peirano y Gracia (2021), apuntan a identificar que los algoritmos genérico y GRASP son una tendencia interesante para la explotación de múltiples clases de metaheurísticas que pueden conducir a la mejora continua del transporte multimodal.

Por otra parte, Zhu, Bai y Sarkis (2022) identifican la importancia de las brechas teóricas actuales y teorizaciones futuras que son potenciales para aplicar la tecnología Blockchain dentro de la cadena de suministros y la industria en general, teniendo en cuenta que esta permite la aceptación de la tecnología dentro de los procesos organizacionales, identificando de esta manera el proceso logístico aplicado al ámbito organizacional, por lo que, Zhu at al (2022), establecen a

manera de oportunidad y alcance, proporcionar y analizar posibles teorías que se han utilizado en otras tecnologías como el internet de las cosas, el cual ha sido aplicado en la cadena de bloques, identificando de este modo la importancia de la tecnología en la gestión de la cadena de suministros.

De este modo, Campoverde, Carrillo et al (2022), basan su investigación en el análisis de conceptos iniciales de la logística inversa, ya que en la Logística Inversa uno de los problemas más habituales es el desarrollo de un enfoque híbrido de procesos y modelos basados en programación lineal que permitan la selección circular de proveedores y la asignación de pedidos dentro de la cadena de suministros a circuito cerrado, es por ello que Li, Chen y Shang (2022), identifica la aplicación de la tecnología basada en el Big Data conformada por el CPS, teniendo en cuenta que esta mejora la precisión de las tácticas de toma de decisiones en la fabricación, mediante las bases de datos enfocadas en la toma de decisiones y la verificación de los procesos de logística dentro de la producción y la cadena de suministros de las empresas y sistemas industriales; en el cual, se puede hacer una correlación entre la manufactura inteligente y la logística enfocada a la mejora continua de los sistemas de producción en las empresas.

Ahora bien, Meyer (2020), aborda el sistema de descarbonización del transporte de carga por carretera aprovechando las técnicas de análisis de red y acompañamiento bibliográfico, las cuales pueden mejorar el transporte logístico de carga en las empresas distribuidoras y comercializadoras, por lo que, Meyer (2020), identifica la oportunidad de la optimización de rutas, soluciones de última milla y combustibles alternativos, permitiendo de esta modo ahondar en el campo de proyectos de investigación enfocados en la sostenibilidad ambiental en el transporte, en especial para aquellos que se utilizan en el transporte de mercancías; de este modo, Speranza (2018), en su investigación a manera de oportunidad determina que la identificación de mejores soluciones a los problemas basados en la cadena de suministros, permiten optimizar y modelar de manera conjunta cada una de las operaciones que se desarrollan en la logística de la empresa.

Es por ello que ambos autores, establecen la importancia de la utilización de bases de datos, implementación del Big Data e IoT como oportunidades para la creación de nuevas aplicaciones que se encuentren enfocadas en proyectos de investigación basadas en el transporte logístico dentro de la cadena de suministros (Speranza, 2018), debido a los diversos problemas en la logística y la gestión de suministros, ya que estos se relacionan con el transporte de mercancías, disminución de

los tiempos de espera y retrasos generados durante el proceso de transporte de mercancía debido a los diversos problemas de congestión en las grandes ciudades.

Por lo que, Meyer (2020), de acuerdo con lo anterior, a manera de oportunidad se ahonda la optimización de rutas, soluciones de última milla y alternativa de combustibles que permitan minimizar el impacto ambiental a causa del transporte de mercancías, permitiendo de este modo crear proyectos enfocados en la sostenibilidad ambiental en el transporte, con la finalidad de optimizar los diversos procesos de la cadena de suministros.

Ahora bien, en relación con la investigación realizada por Meyer (2020), Farahani, Lotfi, Baghaian, Ruiz y Rezapour (2020), dentro de su proceso investigativo, se centra en establecer las fases de cómo se manejan los desastres de acuerdo a la mitigación, preparación, respuesta y recuperación ocasionados por los diversos desastres en las operaciones humanitarias presentes en la logística humanitaria, la cual tiene una correlación con el medio ambiente y la correcta gestión del desarrollo sostenible de las empresa en base a la cadena de suministros; la cual genera limitaciones de los recursos ocasionados por los equipos, ambulancias y médicos que atienden las operaciones humanitarias, permitiendo de esta manera asociar la logística dentro de las operaciones humanitarias.

Ya que esta, determina una respuesta efectiva en tiempo real después de un desastre, con la finalidad de tomar varias decisiones interdependientes, las cuales se pueden presentar en un entorno volátil, incierto y desconcertante; permitiendo así Farahani et al (2020), dentro de su investigación, brindar la oportunidad de desarrollar funciones de probabilidad de supervivencia más realistas, ya que es necesario, resolver con frecuencia los modelos de optimización teniendo en cuenta la heurística o regla empírica la cual será implementada de manera eficiente en las escenas del desastre, por lo que, se hace necesario la utilización de los sistemas de información geográfica para modelar la ubicación de refugios con objetivos múltiples.

Por otra parte, Epicoco y Falagario (2022), basan su investigación en establecer los principales problemas en el desarrollo de sistemas de transporte sostenible, destacando así las tendencias recientes para identificar las principales áreas de investigación cuyo avance reducirá el impacto ambiental en el sector, aportando de este modo a la mejora continua de la logística, el medio ambiente y la cadena de suministros, de este modo Epicoco y Falagario (2022), establecen la importancia de utilizar las tecnologías de la información y la comunicación, TIC para ser utilizadas y aplicadas en los sistemas inteligentes de transporte, STI, ya que esto permite gestionar

de manera eficiente y sostenible el transporte utilizado dentro del proceso de distribución tanto del producto terminado como de la materia prima requerida por las empresas.

Sin embargo, Epicoco y Falagario (2022) indican la importancia de ahondar en investigación que se centra en el papel del transporte de carga y la gestión de la cadena de suministros, teniendo en cuenta que se busca mejorar la eficiencia de los sistemas combinados de transporte y carga, ya que estos siguen aun presentando algunas limitaciones e impiden la mejora en el transporte de las empresas y los sistemas de transporte basados en el marco de una ciudadanía inteligente enfocadas en la innovación y el desarrollo sostenible.

Por otra parte, Ferreria, Arns y Junior (2020), enfocan su investigación en la optimización multiobjetivo para problemas de enrutamiento con consideraciones ambientales enfocadas a un problema de enrutamiento de vehículos ecológicos, ya que esta tiene como oportunidad dirigir las actividades de enrutamiento a través de una perspectiva con consideraciones ambientales, lo que permitiría minimizar los costos, las emisiones de GEI y maximizar así los impactos sociales a través de la creación de oportunidades de trabajo en base a las capacidades de las instalaciones y de la cadena de suministros de las empresas; de este modo Ferreria et al (2020), indaga acerca de la aplicación de la tecnología a través de la utilización del Software CRP, el lenguaje de programación matemático, el Método Simplex, los sistemas de modelado algebraico general, el lenguaje para la optimización general interactiva y el MATLAB como principales tecnologías a utilizar por parte de los investigadores.

Finalmente, Ferreira, Arns y Junior (2020), en su investigación basada en la optimización multiobjetivo para problemas de enrutamiento con consideraciones ambientales para vehículos ecológicos, establece las oportunidades para el desarrollo de investigaciones teniendo en cuenta los procedimientos heurísticos que no hayan sido utilizados en el tiempo de recogida, multiproducto y multimodal, así como también la identificación de procedimientos heurísticos híbridos para mejorar los algoritmos utilizados para el desarrollo del MOO-VRP; de este modo Ferreira, Arns y Junior (2020), destacan a nivel tecnológico la implementación de Software como Matlab, CPLEX, Gams, Lingo, Baron y Qutros, para el proceso de optimización de vehículos que son utilizados en la logística y la cadena de suministros.

### **2.2.2 Analítica de datos**

La analítica de datos o el Big Data, de acuerdo con Joyanes (2013), supone la confluencia de una multitud de tendencias tecnológicas que venían madurando desde la primera década del

siglo XXI y se han consolidado durante los años 2011 y 2022. (p.6); de este modo, Golpira, Rehman y Safaeipour (2021), investigan acerca de la implementación de la tecnología IoT como sistema que proporciona visibilidad en tiempo real para las operaciones que se realizan en las empresas, así como también, la creación de valor tanto para los consumidores como para los proveedores en el mercado basado en los sistemas logísticos; sin embargo, en base a la investigación lograr que la red permita realizar la interoperabilidad aplicadas en diversas áreas con base a IoT se convierte en un reto significativo durante el proceso.

Por lo tanto Kamble, Gunasekaran y Gaankar (2020), en su investigación establecen el objetivo de comprender el nivel de análisis utilizando de manera descriptiva, predictiva y prescriptiva la cadena de suministros, teniendo en cuenta la sostenibilidad social, ambiental e industrial, la cual llega a desarrollar la capacidad de análisis de datos para así aumentar el desempeño sostenible aplicado en la cadena de suministros, teniendo en cuenta la aplicación en IoT como tecnología enfocada en la cadena de bloques y el Big Data.

Por lo tanto, Golpira et al (2021), menciona en su investigación que realizar interacciones orientadas a objetos y servicios físicos y virtuales, proporciona una mayor usabilidad del sistema IoT como aplicación logística, conformada básicamente como una Arquitectura Orientada a Servicios, la cual se puede aplicar en la cadena de suministros que se enfoquen en modelos matemáticos para el diseño optimizado de los sistemas basados en IoT.

Ahora bien, Lee, Trappey, Mo y Desouza (2021), aborda en su investigación la transformación digital como modelo comercial sólido para generar un gran valor en las empresas, teniendo en cuenta que estas permiten comprender las tendencias de las transformaciones digitales centradas en la infraestructura pública, tecnológica y como modelo de negocio; sin embargo, Lee et al (2021), determinan que los recursos basados en la nube y la virtualización de estos para la implementación de sistemas de producción ciber físicos en IoT industrial, requieren de un enorme ancho de banda disponible para la transformación de datos en tiempo real.

Es por ello que Kuo y Kusiak (2018), establecen la importancia en ahondar en el desarrollo de modelos matemáticos y algoritmos computacionales que optimicen las decisiones integradas en todos los activos físicos, aprendiendo de los datos históricos de fabricación utilizando información de detención en tiempo real, la cual puede ser aplicada en la cadena de suministros para su mejora continua, teniendo en cuenta que se deben aplicar las tecnologías de la información y comunicación TIC, para así identificar plataformas computacionales más poderosas para habilitar

nuevas aplicaciones que puedan servir como soluciones basadas en marcos informáticos en apoyo a las implementaciones industriales.

Sin embargo, Maheshwari, Gautam y Jaggi (2020), se enfocan en identificar la importancia de la aplicación de la Big Data Analytics para ofrecer mejores soluciones en la gestión de la cadena de suministros, la logística y la gestión de inventarios, ya que, estas presentan ciertas complejidades en los sistemas de la cadena de suministros, debido a la identificación de los datos, teniendo en cuenta que estos son acumulados por la CS para posteriormente ser enfocados en los sistemas de planificación de la producción, logística y calidad y sistemas IM, comercio electrónico y venta al por mayor; por lo que Maheshwari (2020), identifica la importancia de aplicar tecnologías basadas en el internet de las cosas, Blockchain, Predictive Analytics para la transformación productiva y eficiente de las empresas, en términos logísticos y de cadena de suministros.

Ahora bien, Sahoo (2021), en su investigación ahonda en el Big Data, teniendo en cuenta que los fabricantes se desplazan hacia la transformación digital impulsada por el Big Data, de este modo, el análisis empresarial se está convirtiendo en una metodología denominada para la toma de decisiones estratégica en la investigación de gestión empresarial; sin embargo, debido a la vulnerabilidad dentro del sistema Sahoo (2021), es difícil y desafiante ahondar sobre entidades autónomas conectadas que generan e intercambian información, por lo que es necesario ahondar en los cuatro principales consolidados habilitadores que los fabricantes requieren para una infraestructura de big data y análisis empresarial teniendo en cuenta el éxito, la calidad, seguridad e integridad de los datos.

Es allí donde Inamdar, Raut at al (2020), en su investigación realizan una exploración y proporciona información sobre los estudios de Big Data Analytics para así determinar los sectores a los cuales se pueda aplicar, utilizando de este modo las tecnologías BDAA las cuales tienen el potencial de brindar beneficios en muchos campos incluidas las industrias, manufacturas, la cadena de suministros sostenible, el comercio electrónico, la ciencia, la seguridad y la salud; de este modo Inamdar at al (2020), deja como alternativas la adopción de las BDA en varias etapas de la cadena de suministro, teniendo en cuenta las ventajas competitivas que el uso de estas aplicaciones que pueden tener en el proceso, así como también en la aplicación de las bases de datos como una herramienta para proporcionar posibles soluciones para el análisis de datos, la extracción del conocimiento y la toma de decisiones avanzadas en las empresas.

Finalmente Rajnoha y Hadac (2021), en su investigación se enfoca en proporcionar diversos impulsos basados en BD para la identificación del conocimiento estratégico y los componentes de creación de valor dentro de fabricación de internet de las cosas, sin embargo, es necesario ahondar en los procesos de investigación basados en la naturaleza de toma de decisiones organizacionales, así como también en la identificación de los algoritmos de predicción de KPI los cuales son aplicables en la industria 4.0, ya que estos tienen un impacto en el comportamiento de los gerentes de las organizaciones, por lo tanto, Rainoha y Hadac, establece que la aplicación de las tecnologías inteligentes enfocadas en impulsar empresas con base a la industria 4.0, permiten obtener una mayor creación de valor y ventaja competitiva en las empresas enfocada en la cadena de suministros.

### **3. Marco de referencia**

#### **3.1 Marco de antecedentes**

Se realizó la búsqueda de trabajos relacionados con la temática de este proyecto a través de Google. Un primer trabajo corresponde a González y Salcedo (2020), quienes desarrollaron su proyecto en diseñar una metodología para la formulación de un plan estratégico en los grupos de investigación. Este documento contiene una revisión de literatura de diferentes herramientas y metodologías que permiten la dirección estratégica; planteando así una metodología final para los grupos de investigación que consta de cuatro fases la cual se inicia con un diagnóstico por medio de un análisis y revisión del GrupLAC; en un segundo momento, el direccionamiento realiza con el propósito de determinar la misión visión, valores, líneas de investigación, objetivos estratégicos, evaluando que se debe conservar y cuales replantear; en la tercera fase llamada formulación estratégica, se recogen todos los datos de las fases anteriores y se establece un camino para cumplir con la misión, visión y objetivos planteando, se podría afirmar que esta fase es el cómo cumplo con los objetivos determinados por el grupo de investigación, la última fase, la socialización es un momento importante que tiene como fin socializar el plan estratégico a la comunidad.

Según los resultados de su investigación, se obtiene que 14 directores de los 18 directores de los grupos de investigación entrevistados realizan una planeación informal, es decir, una planeación empírica, se afirma la necesidad de implementar de manera formal una planeación estratégica en los grupos de investigación con el fin superar los cambios organizacionales y además se enfoquen en los objetivos para alcanzar las proyecciones, facilitando la gestión de las

organizaciones logrando optimizar el tiempo y esfuerzo de los integrantes. Esta guía provee la base para desarrollar de manera satisfactoria la planeación estratégica en el grupo de investigación OPALO, brindando una metodología adecuada y diversas herramientas que funcionarán como medio para establecer la dirección estratégica que ayudará a orientar el proyecto.

Un segundo trabajo se atribuye a (Cruz, 2019), quien tiene desarrollado el proyecto con el propósito de elaborar un plan para la administración estratégica del grupo de investigación CEMOS vinculado a la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander que permita alinear el Grupo de Investigación CEMOS con la misión y visión institucional, argumentando la necesidad de una reestructuración de su estrategia formal y una actualización de su plan de trabajo que potencie el cumplimiento de objetivos. Se realizó en primera instancia una descripción del estado actual del grupo, registrando inventarios, proyectos, integrantes y especificación de las instalaciones; seguidamente, se realizó un análisis PESTEL, un análisis DOFA y en consecuencia de estos análisis se propone la arquitectura organizacional y el cuadro de mando integral que son el fundamento de la nueva estructura estratégica y, por último, el portafolio de productos y servicios.

Este proyecto fue trascendental en la autoevaluación estratégica que el grupo de investigación estaba llevando a cabo, permitiendo replantear el rumbo de la organización, fomentar una integración e interacción entre los investigadores. Todo esto con el fin de favorecer la capacidad de innovación, investigación en los integrantes, lo cual resultará beneficioso para el grupo de investigación CEMOS que se convertirá en un grupo prestigioso en el país. Los resultados de este trabajo demuestran los efectos positivos de realizar una planeación estratégica y donde además se invita a los demás grupos de investigación a realizar este proceso de reflexión y formulación estratégica tomando el trabajo como modelo o tomar de este la metodología que se considere adecuada

Un último trabajo elaborado en el 2019 corresponde a Salamanca et al., quienes realizaron el proyecto titulado “Formulación de un plan estratégico para el laboratorio de ingeniería en la Universidad Católica de Colombia apoyado en la guía PMBOK” donde se concluye que el plan estratégico dotó a la Universidad Católica de Colombia de herramientas que impulsan la eficiencia de los laboratorios donde desde el diagnóstico se logró identificar lo que se necesitaba potencializar, encaminando a la organización al éxito y la retroalimentación continua donde el objetivo es fortalecer el aprendizaje de los nuevos profesionales. El documento está formado por

un estudio de la situación actual de los laboratorios y posteriormente con la información recopilada se realizará los debidos análisis con herramientas como la matriz DOFA.

Este proyecto es realizado bajo la guía PMBOK, será útil como apoyo para implementar herramientas modelo en la planificación en una organización que pertenece a una institución superior y que, además, contiene el estándar para la dirección del proyecto incluyendo buenas prácticas, garantizando así que la comunidad de profesionales acepte

la aplicación de herramientas y técnicas planteadas. La finalidad de esta guía es minimizar el riesgo de que un proyecto no alcance sus objetivos. Esto se traduce a que la guía PMBOK puede contribuir al desarrollo de la arquitectura organizacional y en consecuencia cumplir con la proyección a largo plazo.

### **3.2 Marco teórico**

#### ***3.2.1 Estrategia***

De la revisión de definiciones se puede asegurar que no existe un concepto universal, sin embargo, estos se pueden integrar. En el estudio etimológico, el termino estrategia viene del griego strategos que significa “un general”. El verbo griego, stratego significa “planificar la destrucción de los enemigos en razón del uso eficaz de los recursos” acuñando esta definición desde un contexto militar, diferentes autores posteriormente plantearon conceptos en el ámbito empresarial; el primero de ellos fue Alfred Chandler, que definió la estrategia como el elemento que determina las metas básicas y los objetivos clave de una empresa a largo plazo y mejora la adopción de cursos de acción y la asignación de los recursos necesarios para el cumplimiento de estas metas (Chandler, 1962).

#### ***3.2.2 Planeación estratégica***

La planeación estratégica consiste en la identificación sistemática y sistémica de las oportunidades y peligros futuros que, combinados con las fortalezas y debilidades, son fundamentales para tomar decisiones y crear estrategias, acciones que estén a favor de aprovechar las oportunidades y evitar o transformar los peligros que los factores externos trae consigo, los cuales se consideran desafíos a los que la organización debe sobreponerse.

Una definición similar la presenta Martínez (1986) quien afirma que la planeación estratégica es una fórmula que establece cómo una organización administra sus recursos, gestiona sus productos y mercados, supera a sus competidores y desafía su entorno.

### 3.2.2.1 Planteamiento estratégico en las universidades

De acuerdo con Fescina et al. (2009) las Instituciones de Educación deben considerar implementar su proceso de planeación, el cual involucra la formulación y la implementación de estrategias, incluyendo aspectos técnicos y políticos. Este es un proceso que requiere de tiempo y un alto costo, con resultados discutibles en un gran porcentaje de los casos.

### 3.2.3 Benchmarking

De acuerdo con Spendolini, el Benchmarking consiste en “proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de la organización que se reconocen como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales” (1992).

El Benchmarking ha incrementado su uso en las empresas según Boxwell (1995) debido a que se convierte en una forma más eficiente de realizar mejoras, adaptando los procesos existentes para que se ajusten a la organización, identificando esa brecha entre la situación actual de la organización con la deseada, esto, con el fin de disminuirla a través de estrategias basadas en este mismo estudio. En adición, el benchmarking acelera la capacidad de la organización para realizar mejoras. En la América corporativa de hoy, el tiempo es esencial.

Existen diferentes tipos de Benchmarking según Durán (2005):

- El benchmarking interno, por el que una organización puede comparar los resultados de equipos con funciones homogéneas con el fin de identificar las mejores prácticas.
- El benchmarking competitivo, orientado a conocer aspectos clave que hacen mejor a la competencia.
- El benchmarking funcional, que permite aprender funciones de empresas especializadas para aplicarlas a la nuestra, como es el caso de las logísticas, las compras, los sistemas de información, etc.
- El benchmarking genérico, referido a la cultura interna y la sistemática de aprendizaje.

### 3.2.4 Misión, visión y valores

La misión es una declaración de la dirección que está tomando la organización en el presente y su propósito general, es decir, la razón de ser y las acciones que constantemente lleva a cabo como compañía (Johnson et al., 2006).

La visión se define como el perfil que se aspira para la empresa a largo plazo, con especial enfoque en las otras organizaciones rivales (Martos, 2009). Partiendo de esta visión se podría desglosar los objetivos a corto, mediano y largo plazo, esto debido a la cohesión de lo uno con lo otro, la visión se considera la guía para la dirección estratégica que se está implantando. Según Garcia et al. (2003) la visión debe ser lo bastante ambiciosa para generar entusiasmo, lo bastante completa para que todos la acepten, lo bastante coherente para que se entienda fácilmente y lo bastante realista para asegurar a los accionistas que su retorno a la inversión estará garantizado.

La misión y la visión son el corazón de la cultura organizacional y de la perspectiva estratégica. Los valores son la conclusión de estas, el modelo de conducta que los colaboradores deben desarrollar a lo largo de su paso por la organización conduciendo potencialmente al éxito (Martos, 2009).

### ***3.2.5 Cuadro de mando integral***

Kaplan y Norton (2016) desarrollaron una de las herramientas más importantes en la selección de indicadores, el CMI, el cual funciona de apoyo para el control de la gestión en las empresas. Este traduce la misión y la estrategia de una organización en un conjunto de medidas con el objetivo de mejorar la eficiencia por medio de indicadores que no solo permiten visualizar los resultados esperados sino el cómo se llegará a ellos.

Talalweh (2019) afirma que el CMI busca el balance entre los aspectos financieros y no financieros, entre indicadores provisionales e históricos y entre comportamientos externos e internos de la organización.

En el libro, Cuadro de Mando Integral, Kaplan y Norton (2016) proponen ver a la organización desde cuatro perspectivas: financiera, cliente, procesos operativos internos y formación y crecimiento.

#### **3.2.5.1 Perspectivas financieras**

Los indicadores financieros demuestran si el desempeño de una empresa está contribuyendo a la mejora del mínimo aceptable por medio de medidas como la rentabilidad, liquidez, actividad, valor añadido económico, entre otros. Si las estrategias financieras son distintas para cada unidad de negocio se debe considerar establecer métricas únicas y personalizadas que sean apropiadas pues una medida financiera para todas las unidades puede no ser coherente con las distintas estrategias que se crean para cada unidad de negocio y por consecuencia se podría no obtener los resultados esperados.

### **3.2.5.2 Perspectiva del cliente**

En la perspectiva del cliente del CMI, se identifican los segmentos de clientes y se plantean indicadores sobre la satisfacción del cliente, retención de clientes, nuevos clientes, incluyendo además el valor añadido que la organización brinda a los clientes.

### **3.2.5.3 Perspectiva de cadena de valor del proceso interno**

Esta perspectiva se refiere a los procesos críticos internos en donde la empresa debe sobresalir, mayormente se hace referencia en los procesos claves en la satisfacción del cliente y en los objetivos financieros, en el que la necesidad que nuevos procesos sean creados se incrementa, incorporando medidas que funcionan como motor para la continua innovación

### **3.2.5.4 Perspectiva de formación y crecimiento**

Esta perspectiva se identifica cuales tecnologías deben ser adquiridas para lograr los objetivos de las perspectivas anteriores, se determina la infraestructura que la empresa debe obtener para el propio crecimiento. Esta infraestructura tiene que ver con tres recursos principales: personas, sistemas y procedimientos. Esto quiere decir que se debe medir habilidades de los empleados con el fin de determinar si requiere realizar entrenamientos. Por otro lado, se deberá medir la información verídica con la que se cuenta y para determinar el desempeño de los procedimientos se debe crear indicadores sobre incentivos y su pertinencia

### **3.2.6 Mapa estratégico**

La comunicación de las estrategias debe ser clara y concisa, el mapa estratégico permite que todos los miembros de la compañía comprendan de manera eficaz las acciones y visualizar las estrategias que se llevarán a cabo en conjunto, desde las actividades operativa hasta las directivas (Retolaza et al., 2012). Este apoyo es una extensión comunicativa del cuadro de mando integral la cual también concibe las 4 perspectivas vistas anteriormente.

## **4. Metodología**

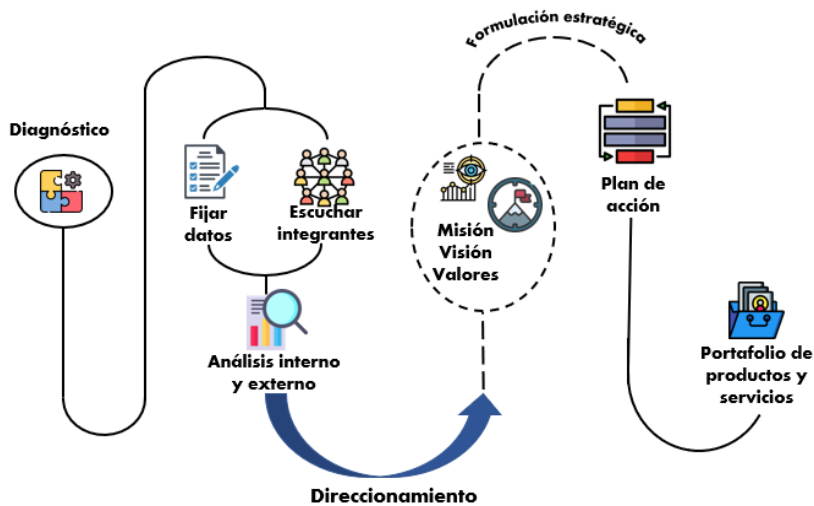
Para comprender en detalle el funcionamiento del equipo de investigación, se emprendió una tarea que consistía en caracterizar un determinado fenómeno o situación e identificar sus características más extrañas. Como se mencionó (Guevera et al., 2020), su objetivo no era sólo la recolección de datos, sino también predecir e identificar relaciones entre variables. No bastaba con presentar las características del fenómeno obtenidas a través de los métodos de recolección de datos, sino que era necesario organizar y analizar los datos utilizando un marco teórico adecuado, que sirviera de base a la investigación.

Según esto, se tomó como guía para el desarrollo metodológico de este proyecto la propuesta de González y Salcedo (2020), la cual tiene 4 fases: Diagnóstico, Direccionamiento, Formulación estratégica y Socialización.

A esta guía se integró los planteamientos de diversos autores como: Fuster, Lana y Serna, quienes consideran fundamental una quinta fase llamada control y evaluación. Las fases del proceso de planeación estratégica (Figura 10) están acordes con el horizonte procedimental planteado en los objetivos propuestos.

**Figura 3**

*Metodología*



*Nota.* El gráfico representa las fases que se desarrollan en el trabajo

#### **4.1 Fase 1: Diagnóstico**

La primera fase para el desarrollo de una investigación descriptiva consistió en el diagnóstico del grupo de investigación OPALO, estableciendo consideraciones iniciales donde se permitió consolidar la información necesaria para conocer el estado actual de los procesos e identificar debilidades o amenazas con el fin de definir las propuestas en las siguientes fases. Además, del diagnóstico hizo parte: escuchar a la comunidad y valorar el entorno investigativo y organizacional. En esta fase fue importante la colaboración de los integrantes del grupo. Fuster (2008) asegura que para lograr el éxito de la planificación se debe garantizar la implicación total del equipo directivo. Sin ellos, el fracaso de la planificación estaba asegurado puesto que ellos han de ser los animadores para que todos los miembros se involucraran en el proceso de cambio. El

tamaño de la muestra fue de carácter no probabilístico. A juicio y criterio de la estudiante y por guía del tutor se realizaron entrevistas semiestructuradas, entre otros tipos de dinámicas grupales a los integrantes del Grupo de Investigación.

#### ***4.1.1 Descripción de la situación actual del Grupo OPALO***

La primera etapa desarrollada fue la consolidación de datos, en la cual, se recopiló la información relevante por medio del GrupLAC, el cual está actualizado para la Convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del SNCTI 2021, también documentos propios del grupo de investigación y entrevistas a integrantes de este.

#### ***4.1.2 Análisis interno***

El modelo Intellectus toma como punto de referencia básico el modelo Intelect en Euroforum, donde se definió el Capital Intelectual como “el conjunto de activos intangibles de una organización que, pese a no estar reflejados en los estados financieros tradicionales, en la actualidad generan valor o tienen potencial de generarlo en el futuro” (1998). Este modelo que distingue tres componentes generales de capital intelectual: capital humano, capital estructural y capital relacional, por los cuales, en su medición, se logró establecer los activos intangibles críticos para la creación de valor. Esto facilitó encaminar las directrices para la gestión estratégica. El método intellectus plantea la realización de un cuestionario, el cual fue adaptado del trabajo de investigación para el título de Magister en Gerencia de Negocios en “MEDICION DEL CAPITAL INTELECTUAL EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACION DE LAS UNIVERSIDADES DE BUCARAMANGA Y SU AREA METROPOLITANA A TRAVES DEL MODELO INTELLECTUS” de Rueda (2014) puesto que el análisis fue realizado a grupos de investigación de las diferentes universidades de Bucaramanga siendo esto una guía fundamental sobre lo que había que evaluar en un grupo de investigación. Además, por medio de la matriz de evaluación del factor interno (EFI) se ponderó estos factores, encontrando así los factores clave que permitieron estructurar las estrategias de manera asertiva(David, 2003).

Todo este análisis fue apoyado por los integrantes del grupo de investigación OPALO, los cuales participarán en un Gamestorming llamado World Café con que se creó un ambiente de confianza que no se salió del ámbito organizativo donde se intercambiaron ideas y preguntas importantes por medio de conversaciones informales e intervenciones (Gray et al., 2010).

#### ***4.1.3 Análisis externo***

Esta etapa comenzó analizando el entorno externo a partir del análisis PESTEL que propone factores tales como: Políticos, Económicos, Socioculturales, Tecnológicos, Ecológicos, Legales. También, se implementó una matriz de evaluación del factor externo (EFE) con el objetivo de priorizar los factores según su impacto (David, 2003).

La matriz DOFA es una técnica muy útil para la obtención de datos organizativos que darán credibilidad a la formulación estratégica, de los objetivos generales y estrategias (Fuster, 2008). Los resultados obtenidos de la matriz DOFA fueron considerados como elementos bases sobre los que se fundamenta el proceso de formulación de objetivos y estrategias (Álamo, 1995).

En adición, se analizó la cadena de valor a través de la herramienta Benchmarking, un proceso de medición continuo y sistemático, que comparó los procesos de una organización contra el de los líderes en cualquier lugar del mundo (CPCE, 2009), generando información para la construcción de los objetivos estratégicos. En esta actividad se examinó los elementos de direccionamiento estratégico de los mejores grupos de investigación nacionales e internacionales afines a las áreas de investigación del Grupo de Investigación OPALO, determinando las tendencias y el comportamiento de la investigación y servicios que se presten; estos se tuvieron en cuenta en los capítulos 5 y 6 del documento. Se tomó en cuenta el ranking Webometrics Ranking of World Universities (Webometrics, 2022) para enlistar las 5 mejores las universidades globales y Ranking U-Sapiens (Sapiens Research, 2022) para el análisis nacional. Se consultó por medio de las páginas web, de los grupos de investigación en el área de optimización y analítica de datos, información como los son: misión, visión y valores, servicios, descripción y laboratorios de los GDI.

#### ***4.1.4 Análisis de grupos de interés***

La planeación de la organización requirió una reflexión sobre la importancia de las partes interesadas y su impacto y/o influencia en los resultados del proyecto, por consiguiente, se identificó los actores de este mismo por medio de un mapa de stakeholders y, además, se trabajó en una matriz de grupos de interés bajo el modelo de Gardner, indicando que tipo de relación se debe desarrollar entre la organización con cada uno de los actores y de esta forma el aporte estratégico fuera mayor y la toma de decisiones más efectiva, se clasificó de acuerdo a las variables de impacto que poseen y el grado de interés en el proyecto (Gardner et al., 1986).

## **4.2 Fase 2: Direccionamiento**

### ***2.2.1 Reformulación de misión, visión y valores***

La fase 2 se desarrolló con base a lo descrito en el diagnóstico: análisis del entorno, análisis de tendencias y análisis de grupos de interés. Los resultados obtenidos sobre la fase anterior proveyeron la suficiente información para que existiera un espacio de reflexión e introspección que habilitó conocer el panorama del grupo de investigación OPALO de manera completa, de este modo continuar con la reformulación de la misión, visión y los valores de la organización.

En primera instancia, se efectuaron reuniones con el comité estratégico, quienes participaron en este proceso de replanteamiento de la misión y visión, llevando a cabo la actividad Start, Stop, Continue diseñada por Gray et al. en el libro *Gamestorming* (2010). La dinámica permitió crear un ambiente propicio para desarrollar la creatividad y la innovación en los integrantes y de esta manera brindar aportes claves, realizando recomendaciones sobre posibles modificaciones, correcciones, complementos o por el contrario la conservación de ideas fundamentales previamente contenidas en las bases estructurales del grupo de investigación OPALO, creando finalmente, una propuesta de la misión, la cual fue comentada y mejorada por diferentes miembros del grupo. Para la definición de valores se usó la herramienta Brainstorming rescatando los valores Pareto y de mayor coherencia con la esencia del grupo.

### ***2.2.2 Objetivos estratégicos***

Para establecer los enfoques estratégicos se usó como guía los ejes temáticos aportados en el proyecto de grado de González y Salcedo (2020), descrito en el marco antecedentes, los cuales son: Valor e Impacto Social de la Investigación, Formación del Personal Investigativo, Capital Intelectual, Alianzas Nacionales e Internacionales, categoría Minciencias, y Semillero de Investigación. Estas sugerencias buscan una sinergia y conexión entre ellas alcanzando el éxito de la organización.

Los objetivos estratégicos se formularon para concretar los pasos que se han de dar para la consecución de la misión y visión de la organización (Fuster, 2008). En consecución con los enfoques estratégicos se desplegó una lista de objetivos estratégicos siguiendo, además, los criterios del modelo S.M.A.R.T (Objetivos específicos, medibles, alcanzables, relevantes y temporales) para la elaboración de los objetivos.

Con el propósito de establecer los objetivos estratégicos del enfoque de capital intelectual se estableció el árbol de objetivos que se creó basados en el árbol de problemas desarrollado en el apartado de análisis interno, por medio de esta actividad se alcanzó a identificar el potencial de crecimiento interno de la organización.

### **4.3 Fase 3: Formulación estratégica**

#### ***4.3.1 Definición de estrategias***

En esta etapa se reunió información importante encontrada en la fase 1, donde tanto el análisis del interno como las tendencias investigativas. los factores clave para la producción científica y el proceso de benchmarking para la comparación de estrategias de los mejores grupos de investigación a nivel global y nacional, juegan un papel de base informativa para el posterior análisis con los integrantes del grupo en la definición de estrategias. Para esta fase se designó un líder por enfoque estratégico; el rol de cada líder fue el de revisar y corregir las estrategias elaboradas por el autor.

Es importante resaltar la importancia de que estas estrategias fueran diseñadas con el propósito de aprovechar las oportunidades, disminuir las debilidades y potenciar fortalezas, por lo tanto, para una formulación apropiada se abordó la priorización de factores realizadas en la fase 1, de diagnóstico, para seguidamente desarrollar el plan de acción, el cual contiene: actividades, acciones, relaciones entre acciones, responsables y tiempo de ejecución. Por último, se diseñó un mapa estratégico como herramienta visual del análisis realizado.

#### ***4.3.2 Propuesta para portafolio de productos y servicios***

De acuerdo con lo que indica el nombre de esta fase, se realizó una propuesta de portafolio de bienes y servicios. Según Minciencias (2019), los productos que se reconocen como resultados de las actividades de los grupos de investigación se pueden categorizar en cuatro tipos: productos resultantes de las actividades de generación de nuevo conocimiento, productos resultantes de las actividades de desarrollo tecnológico e innovador, productos resultantes de las actividades de socialización del conocimiento y productos resultantes de las actividades de desarrollo del recurso humano en la industria de las telecomunicaciones. Se tuvo en cuenta este tipo de estructura para la estructura portadora de la cartera.

Para la propuesta en el ámbito de servicios primeramente se realizó una revisión a las políticas de extensión que están instituidas en la universidad con el fin de conocer cuáles son las

modalidades, y así, finalmente presentar los productos y servicios que el grupo de investigación OPALO está en capacidad de ofrecer.

#### **4.4 Fase 4: Propuesta de un sistema de control y evaluación**

Una vez establecido el plan de acción se procedió a la creación de un sistema de control y seguimiento de la estrategia tomando como herramienta para este propósito el cuadro de mando integral. Se realizó teniendo en cuenta la categorización de negocio que Kaplan y Norton (Kaplan & Norton, 2016) plantean: financiero, clientes, procesos internos y formación y crecimiento. Estas 4 perspectivas abarcan todos los procesos de una organización incluso las perspectivas de entidades no lucrativas.

Como primera actividad se procedió a establecer las métricas y las metas para cumplir con los objetivos estratégicos planteados en la fase 2. Estos indicadores de gestión permiten visualizar la brecha entre el estado deseado y el estado actual del grupo de investigación y además permite la conexión de las actividades operativas con la estrategia. Estos fueron construidos teniendo en cuenta los datos históricos e indicadores anteriormente registrados por la organización, que sirvieron de base para determinar las metas incrementando así la exactitud de estos mismos. P

### **5. Diagnóstico**

#### **5.1 Información del grupo**

##### *5.1.1 Datos básicos*

**Líder:** Carlos Eduardo Díaz Bohórquez

**Página web:** opaloresearchgroup.com

**Correo electrónico:** opalo@uis.edu.co

**Departamento-Ciudad:** Santander- Bucaramanga

**Institución:** Universidad Industrial de Santander

**Programa Nacional de Ciencia y Tecnología principal:** Ciencia, Tecnología e Innovación en Ingeniería

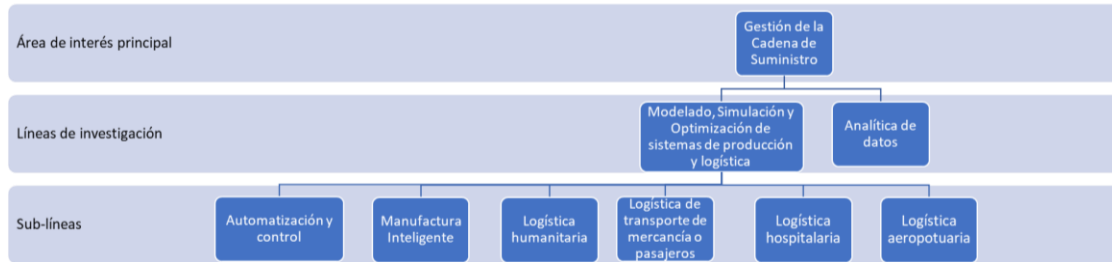
**Programa Nacional de Ciencia y Tecnología secundarios:** Ciencias Básicas

**Área de conocimiento:** Ingeniería y Tecnología -- Otras Ingenierías y Tecnologías-- Ingeniería Industrial

### 5.1.2 Líneas de investigación

#### Figura 4

Líneas de investigación grupo de investigación OPALO



### 5.1.3 Breve historia

El Grupo en Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos, OPALO, se fundó oficialmente en el año 2005 luego de que docentes planta: Myriam Leonor Niño López, Edwin Alberto Garavito Hernández y el profesor Néstor Raúl Ortiz Pimiento, decidieran formalizar su asociación en frentes de trabajo comunes y empezar a combinar esfuerzos con el objetivo de generar nuevo conocimiento y soluciones efectivas en el área de la ingeniería industrial, fortaleciendo de esta manera el proceso de investigación dentro de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

Inicialmente, se conocía como el Grupo de Optimización de la Escuela de Ingeniería Industrial y sus integrantes era el pequeño grupo de profesores ya mencionado, con el único apoyo de los estudiantes de pregrado que realizaban su proyecto de grado en la modalidad de investigación, ya que para ese entonces no existía la maestría; pero gracias al esfuerzo y ardua labor de cada uno de ellos el grupo se expandió integrándose a este, los profesores Henry Lamos Díaz, Carlos Diaz, Javier Eduardo Arias Osorio, Eliana Marcela Peña Tibaduiza y recientemente el profesor Juan Felipe Reyes Rodríguez. Además, el inicio de la maestría de ingeniería industrial en el año 2008, dio el impulso a las actividades de investigación puesto que el apoyo de estos estudiantes ha sido determinante para el crecimiento del grupo, afianzándose como un gran equipo de trabajo compuesto por estudiantes de pregrado, estudiantes de maestría, 6 docentes de planta, docentes cátedra e investigadores, que con el ánimo de seguir mejorando, disponen de toda la experiencia, tiempo y dedicación para mantener la producción científica de alta calidad, consolidando sus líneas de investigación en el desarrollo de modelos de optimización, simulación, Big Data Analytics y manufactura inteligente, y enfocándose en la resolución de problemas

relativos a los sistemas productivos, administrativos y logísticos, de manera que, como resultado de los aportes hechos en estas áreas, se mantiene categorizado en la clasificación B según la escala de Minciencias. (Grupo de investigación OPALO, 2021)

#### ***5.1.4 Misión***

A continuación, se muestra la misión declarada por el Grupo de Investigación OPALO:

Generar nuevo conocimiento y soluciones efectivas en el área de la Ingeniería Industrial, centrando la investigación y consultoría en el desarrollo de modelos de optimización, simulación, big data analytics y manufactura inteligente, para resolver problemas de sistemas productivos, administrativos y logísticos, que contribuyan al desarrollo de las empresas colombianas. (Grupo de investigación OPALO, 2021)

#### ***5.1.5 Visión***

A continuación, se muestra la visión declarada por el Grupo de Investigación OPALO:

Para el año 2025, el Grupo de Investigación OPALO será un referente en su área a nivel latinoamericano, reconocido por apoyar la productividad y el desarrollo en la región santandereana, a través de la creación de nuevo conocimiento soportado en análisis de datos y modelos de optimización y predicción enmarcados dentro del enfoque de la industria 4.0. Con la premisa de mantener la producción científica de alta calidad y promover la cultura investigativa de la comunidad universitaria a la que pertenecemos, comprometidos con la generación de impacto social, económico y académico que nos permita superar nuestra actual categoría, según la escala de reconocimiento y medición establecida por MinCiencias. (Grupo de Investigación OPALO, 2021).

#### ***5.1.6 Infraestructura y equipos***

OPALO cuenta con infraestructura física dentro del edificio de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, el salón 202 y el salón 405; espacio designando para el desarrollo administrativo del grupo y las actividades investigativas, incluyendo escritorios y equipo de cómputo para los miembros; estos espacios físicos otorgan la capacidad y la flexibilidad a la hora de llevar a cabo los servicios propios del grupo. En el Apéndice A se presenta un registro detallado de los diferentes activos que sirven como herramientas.

## 5.1.7 Integrantes activos del grupo OPALO

Tabla 2

Listado de profesores planta

Nombre y Apellidos	Horas dedicadas a la semana	Máximo nivel de formación	Áreas de interés
Néstor Raúl Ortiz	2	Doctor en Ingeniería-Sistemas. Universidad Nacional de Colombia.	Mejoramiento de Procesos Optimización Matemática Programación de Operaciones Programación de Proyectos Productividad y Calidad
Carlos Eduardo Díaz Bohórquez	2	Magister en Ingeniería Industrial. Universidad de los Andes.	Gestión de Proyectos Logística y Transporte de Mercancía
Edwin Alberto Garavito Hernández	2	Magíster en Ciencias en Ingeniería, Universidad de Puerto Rico.	Análisis y Diseño de Sistemas de Manufactura y Servicios Simulación Análisis e Interpretación de Sistemas Control Estadístico
Eliana Marcela Peña Tibaduiza	2	Estudiante de Doctorado. Magister en Ingeniería Industrial. Universidad Industrial de Santander.	Facility Layout Implementación de Metaheurísticas para Solución de Problemas de Optimización Optimización de Sistemas Productivos
Javier Arias Osorio	12	Magister en Administración. Universidad Autónoma de Bucaramanga.	Distribución Urbana Recolección de Residuos Sólidos Diseño de Redes de Cadenas de Suministro Simulación de Eventos Discretos Big Data & Inteligencia Artificial
Henry Lamos Díaz	6	Doctor en Física-Matemática. Universidad Estatal de Moscú.	Modelado Matemático Logística Humanitaria Analítica de Datos
Juan Felipe Reyes Rodríguez	4	Doctor en Administración. Universidad de Aarhus	Diseño y Gestión de Operaciones "verdes" Operaciones y Cadena de Suministro Sostenible

En el Apéndice B se listan los estudiantes de doctorado y maestría vinculados al grupo de investigación OPALO del segundo semestre del año 2021. Del total de 20 integrantes del grupo, 13 son investigadores reconocidos por Minciencias. En la tabla 2, se observa la clasificación de integrantes según su categoría.

**Tabla 3**

*Tabla categorización integrantes del grupo*

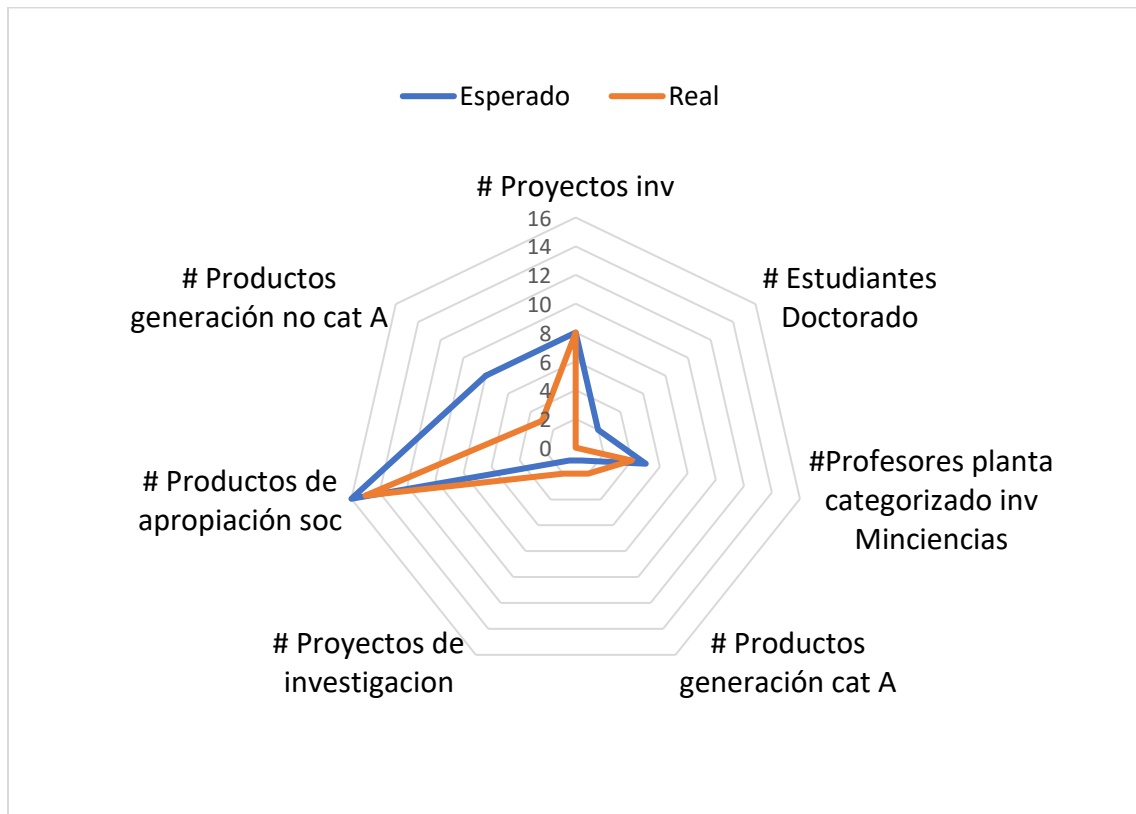
Grupo de investigación OPALO	Perfil de integrantes						Estudiante de maestría	Estudiante de doctorado
	Total investigadores	Emérito	Sénior	Asociado	Junior			
<b>Cantidad</b>	13	0	1	3	3	5	1	
<b>Porcentaje</b>	100%	0%	8%	23%	23%	38%	8%	

*Nota.* Esta tabla representa la cantidad de investigadores y el porcentaje de participación según su clasificación.

#### **5.1.8 Plan de trabajo**

El grupo OPALO en el año 2020 desarrolló un plan de trabajo anual, donde establecieron las actividades y logros a cumplir para el transcurso de ese mismo. El documento se encuentra en el apéndice C en el que se incluye los objetivos, retos y estrategias.

De acuerdo con estas directrices, este diagnóstico analizó los datos reales del año 2020, tomando como referencia los indicadores y el valor esperado que proyectaron desde la planeación estratégica para la investigación en la EEIE se muestra los resultados de este plan de trabajo. Este análisis se realizó con el fin de esclarecer las fortalezas y debilidades que presentaba en la producción científica del Grupo.

**Figura 5***Evaluación de resultados plan de trabajo 2020*

*Nota.* Este diagrama de araña presenta los resultados reales de los distintos indicadores de seguimiento del plan de trabajo en comparación a los resultados esperados del grupo de investigación OPALO.

En el indicador “Número de productos resultados de actividades de generación de nuevo conocimiento clasificados, no cat A”, se evidenció un déficit del 62,8% para cumplir con la meta establecida por la Escuela para el año 2021. Esto puede ser a que el grupo enfocó los esfuerzos en sacar 2 artículos categoría A lo que produjo una baja en la productividad de artículos de menor categoría, por lo que es importante determinar la estrategia del Grupo, si esta es buscar un puntaje máximo con artículos de alto impacto o múltiples artículos tipo B que sumen puntos. Sin embargo, se destacó que el objeto ideal es tener todos los productos en categoría A.

Un obstáculo que se presentó para subir de categoría como grupo de investigación de acuerdo con los requisitos de Minciencias, es la inexistencia de dirección de tesis doctorales finalizadas a la fecha, por lo que es de suma importancia establecer estrategias que busquen solucionar esta problemática de manera efectiva. El reconocimiento por Minciencias de los

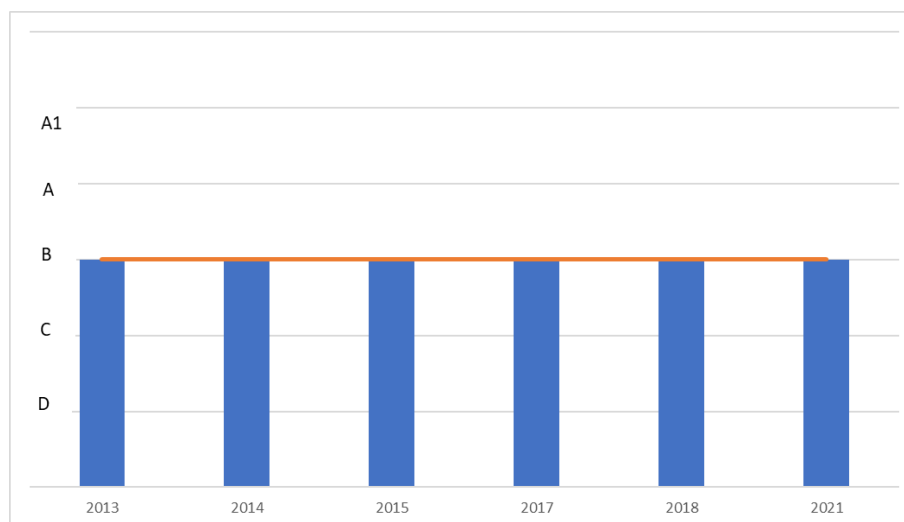
integrantes del grupo como investigadores también es un reto para seguir aumentando en número y a la vez en categoría.

### **5.1.9 Categorización por Minciencias**

Como se comentó anteriormente, en los últimos años el grupo OPALO ha sido reconocido repetidamente como categoría B por Minciencias (Ver figura 3). Se identifican factores específicos los cuales no han permitido el avance de categoría, tales como tener al menos 5 artículos tipo top en la ventana de observación de 5 años de la convocatoria y tener un indicador de productos de actividades relacionadas con la formación de recurso humano tipo A mayor que cero, es decir la dirección, codirección o asesoría de una tesis de doctorado (Minciencias, 2019).

### **Figura 6**

*Clasificación Minciencias Grupo de Investigación OPALO (2013-2021)*



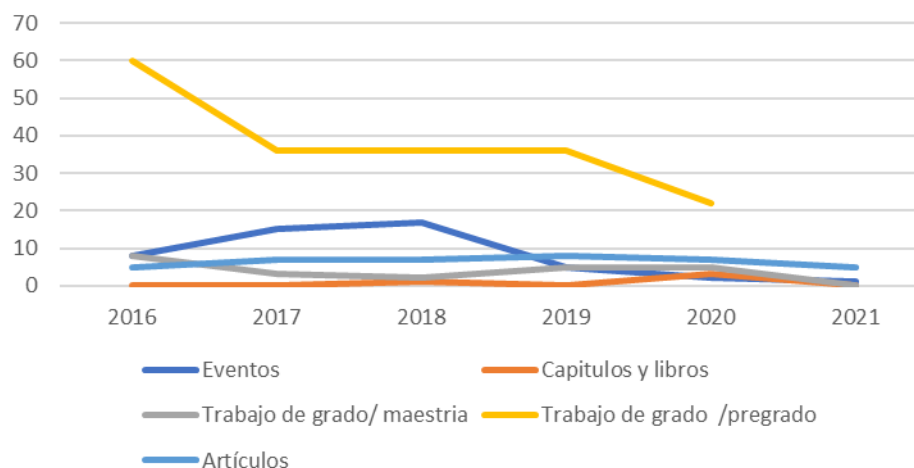
### **5.1.10 Productos**

En los últimos 6 años se ha llevado a cabo una trayectoria importante en la producción científica que demuestra los avances y retrocesos que como grupo de investigación se desarrolla. Es de considerar que, la responsabilidad de estos productos recae sobre todos los integrantes, puesto que, desde sus funciones, la naturaleza del miembro es la investigación, la cual al practicarla de manera constante y metodológicamente, inevitablemente emergen resultados tales como: artículos, eventos, capítulos o libros, trabajos de maestría, trabajos de pregrado o proyectos de investigación. Este recorrido permite la visibilidad y el protagonismo ante los diferentes grupos de interés, accediendo a contrataciones para desarrollar trabajos de consultoría; servicios que actualmente son escasos. En la figura 5 se aprecia la producción en el periodo 2016-2021 de los diferentes tipos de productos mencionados anteriormente, identificando que la producción más

baja son los libros y capítulos, esto debido a su complejidad y el grado de dificultad que conlleva este tipo de productos, lo que se consideró un aspecto para tener en cuenta en la formulación de las estrategias, este consolidado se encuentra de forma completa en el apéndice D.

### Figura 7

*Producción del Grupo de Investigación OPALO 2016-2021*



Los grupos se miden a través de los productos obtenidos de la ejecución o desarrollo de las actividades de, generación de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación, apropiación social del conocimiento, y las relacionadas con la formación de recursos humanos para la CTel.

El valor utilizado para medir el peso relativo de un producto específico para cada indicador corresponde a un peso relativo que se encuentra en las tablas del Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del SNCTI del 2018. En la tabla 4 se describen los puntos por cada sub-línea de investigación.

**Tabla 4**

*Medición del Grupo según la sub-línea de investigación*

Sub-líneas de investigación	Generación de nuevo conocimiento	Desarrollo Tecnológico e Innovación	Apropiación Social del Conocimiento	Formación de Recurso Humano para la CTel.
Analítica de Datos	47	0	78	250
Automatización y control	10.5	0	12	45
Manufactura Inteligente	24	8	84	425
Logística de mercancía o pasajeros	69	0	72	401
Logística Humanitaria	5.5	0	12	115

*Nota.* Puntajes de las sub-líneas de investigación en la producción de los últimos 5 años según las cuatro categorías de actividades de Minciencias.

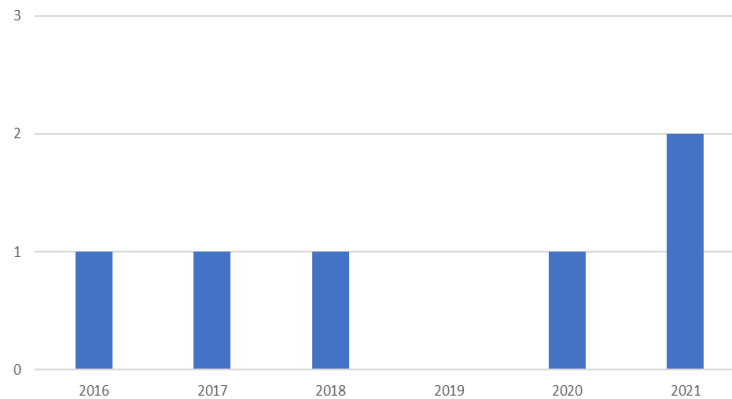
Según esta tabla, la línea con mayor producción y mayor aporte al grupo de investigación es Manufactura Inteligente, seguido por Logística de Mercancía o Pasajeros, formando parte esencial del objeto y la dinámica que se desarrolla dentro del grupo. Siendo estas sub-líneas el fuerte del grupo, se debe evaluar el impacto científico y los beneficios que proveen a la comunidad.

**5.1.11 Proyectos de investigación**

En el momento del desarrollo del documento, estaban dos proyectos en ejecución financiados por entidades públicas. En la figura 6 se encuentra la cantidad de proyectos según el año y en la figura 7 según la sub-línea de investigación. Esta información permite descifrar que la logística humanitaria es de interés para las entidades externas.

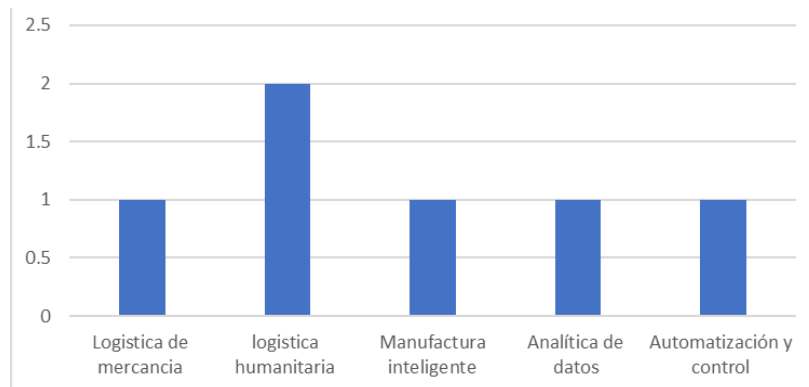
**Figura 8**

*Cantidad de proyectos de investigación según el año*



**Figura 9**

*Cantidad de proyectos de investigación según la sub-línea de investigación 2016-2021*



### 5.1.12 Semillero de investigación fase 2

Se realizó una encuesta de satisfacción que permite medir el nivel de satisfacción de los estudiantes, su compromiso y fidelidad con el grupo de investigación; con esta información se determina las expectativas de los estudiantes y establecer estrategias para aumentar la fidelización y demás variables determinantes que impactan al grupo, proyectando estos estudiantes como posibles investigadores a mediano plazo. En la tabla 5, se observó la valoración de las preguntas teniendo en cuenta que se calificó de 1 a 5, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo, diligenciada por estudiantes que fueron formados en la fase 2 del Grupo OPALO del semillero de investigación (Apéndice E).

**Tabla 5**

*Resultados encuesta de satisfacción- Semillero de investigación Fase 2*

Preguntas	Valoración
Como participante del semillero de investigación Fase 2 del Grupo OPALO reflejo un alto nivel de compromiso con el aprendizaje de nuevas temáticas.	3.9
Presento un gran interés por el área de conocimiento que ofrece el grupo OPALO en el semillero Fase 2.	4.4
El contenido de cada una de las sesiones ha aportado para mi conocimiento.	4.2
En el semillero Fase 2 del grupo de investigación OPALO pude afianzar temas ya vistos pero que le quedaron interrogantes en las materias.	3.8
Los ejes temáticos tratados cumplieron con sus expectativas.	4.3
Los conferencistas captaron su atención.	4.1
Las actividades prácticas en la fase 2 fueron suficientes.	2.9
Recomendaría el semillero de investigación Fase 2 del Grupo OPALO a otros compañeros o amigos.	4.5

Los aspectos evaluados más destacados son que un 60% recomendarían completamente el semillero, además, el 80% percibe que ha adquirido nuevos conocimientos mediante las distintas sesiones que se ofrecen semanalmente. Por último, la valoración más baja fue 2.9 donde se percibe insuficiencia en la cantidad de actividades prácticas, esto será más adelante rectificado con los comentarios realizados por los mismos integrantes del grupo. Según estos datos, en general, se puede calificar como un programa fortalecido, con oportunidades de mejora como la implementación de una parte práctica fija y brindar herramientas e información para que los estudiantes se inclinen por alguna de las líneas de investigación.

La sub-línea de investigación de mayor interés para los estudiantes es Logística y transporte de mercancías (y de pasajeros) con un 40% de los encuestados. Es importante denotar que el medio de difusión con mayor impacto son las redes sociales; en el avance de nuevas tecnologías, la forma para llegar a los estudiantes en la actualidad también se transforma, las redes sociales se consideran como una herramienta efectiva y de comunicación directa con los interesados potenciales para la participación del semillero, siendo la población de carácter juvenil. En lo que respecta a sugerencias de mejora, el 60% de los estudiantes encuestados expresan la necesidad de mayor número de actividades prácticas y un mayor tiempo destinado para su desarrollo; esto por medio de laboratorios que permitan consolidar el aprendizaje de manera integral en los integrantes del semillero, aumentando su panorama sobre lo que realmente sucede en el proceso de la investigación. Esto coincide con el rol de la universidad como la primera entidad que brinda la oportunidad de vincular a los estudiantes a la actividad investigativa y, es responsabilidad del grupo garantizar una formación tanto teórica como práctica que aterrice los conocimientos hacia la experiencia. Los estudiantes que participaron en la Fase 2 en los últimos 3 años, el 41,74% ha continuado su actividad investigativa cursando la Fase 3, en la cual se desarrolla un trabajo de investigación como modalidad de trabajo de grado; y el 2,91%, que corresponde a 3 estudiantes, continuaron su vinculación con OPALO al encontrarse actualmente estudiando un posgrado.

### 5.1.13 Análisis financiero

El grupo de investigación en los últimos 3 años, el 100% de los ingresos se han obtenido de la financiación interna que proporciona la vicerrectoría de investigación y extensión, VIE, en su convocatoria para el apoyo de grupos y semilleros de investigación. A su vez ha gestionado sus recursos en compras de equipos, licencias de softwares, honorarios de personal, auxiliaturas, papelería y útiles de escritorio, libros y gastos de viaje.

**Tabla 6**

*Ingresos del Grupo OPALO*

<b>Año</b>	<b>Estado</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Gastos</b>	<b>Déficit (-) o superávit (+) fiscal</b>
2020	D	\$12,000,000.00	\$ 8,400,227.70	\$ 3,599,772.30
2021	D	\$15,000,000.00	\$14,934,950.00	\$ 65,050.00
2022	Pr	\$12,000,000.00	\$ 9,676,839.18	\$ 2,323,160.82
Variación (%) 2021/2020		20%	44%	-5434%

Algunos de los resultados encontrados en el análisis financiero del GDI se describen a continuación:

El GDI únicamente ha recibido la financiación interna de la VIE. Los ingresos totales aumentan según lo dispuesto por la VIE, en caso de que se abra la convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del SNCTI, la VIE toma a consideración este riguroso proceso y proporciona una mayor financiación como en el caso del año 2021 para gastos en este rubro. Se sugiere crear estrategias que permitan ampliar el presupuesto en investigación por medio de financiaciones externas.

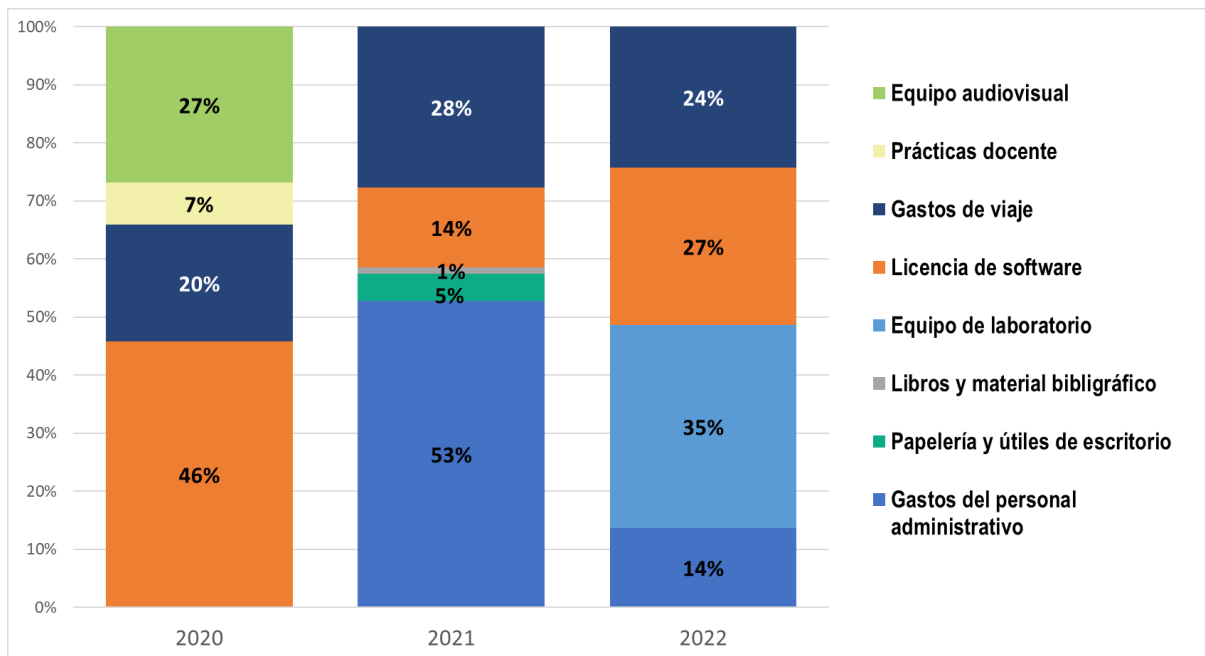
Es importante mencionar que la financiación interna por parte de la VIE presenta una fecha de inicio y a su vez, una fecha de terminación, esto quiere decir que los recursos deben estar ejecutados en su totalidad en la fecha acordada o de lo contrario el excedente es devuelto a la VIE. Por consecuencia, el superávit que se presente en realidad son recursos que retornan.

De igual forma, no se percibe un déficit fiscal, es decir, los gastos no son superiores a los recursos que anualmente ingresan al fondo destinado en el grupo. Por el contrario, el GDI gestiona los recursos de tal forma que siempre se acerquen al presupuesto entregado. Sin embargo, posiblemente, como consecuencia de la pandemia y los confinamientos, los gastos generales tuvieron una disminución en el año 2020.

**Tabla 7**

*Egresos del Grupo OPALO*

	2020	2021	2022
Total egresos	\$ 8,400,227.70	\$ 14,934,950.00	\$ 9,676,839.18
Gastos del personal administrativo		\$ 7,881,846.00	\$ 1,323,171.00
Papelería y útiles de escritorio		\$ 706,600.00	
Libros y material bibliográfico		\$ 153,000.00	
Equipo de laboratorio			\$ 3,380,613.58
Licencia de software	\$ 3,844,957.70	\$ 2,057,024.00	\$ 2,623,795.00
Gastos de viaje	\$ 1,694,250.00	\$ 4,136,480.00	\$ 2,349,259.60
Prácticas docentes	\$ 602,400.00		
Equipo audiovisual	\$ 2,258,620.00		
Impuestos			

**Figura 10***Composición porcentual de los egresos 2020-2022*

En la estructura de egresos, se identificaron dos factores principales que abarcan las finanzas del GDI. El primero es el frecuente gasto de la licencia de software, General Algebraic Modeling System, GAMS, si bien busca favorecer las actividades de investigación en los trabajos de grado de los estudiantes de pregrado y posgrado, no se ha traducido en ingresos adicionales para el GDI que se consideren un retorno a la inversión. El segundo factor es el frecuente gasto en los viajes para el apoyo económico a los estudiantes y docentes en las inscripciones a congresos y transporte a las ponencias realizadas en el año. En efecto, representa un peso en la estructura de gastos, sin embargo, este es fundamental para consolidar la apropiación social del conocimiento.

Por último, se observa una variación del 100% en el periodo 2020-2021 en el gasto del personal debido a la creación de la página web para el grupo, siendo esta la razón por la cual los gastos del personal ocupan el 53% en ese año. También es importante aclarar que en el año 2020 este rubro fue inexistente por la pandemia, sin embargo, en el 2021 y 2022 el gasto a personal administrativo se presenta nuevamente.

## 5.2 Análisis interno

### 5.2.1 Cuestionario de Capital intelectual

Para el análisis interno se guio de Rueda (2014) con su adaptación de modelo para la medición del capital intelectual de la organización, en el cual por medio de un cuestionario se valoraron ciertos factores internos donde se evalúa la situación actual del GDI, complementado con nuevos aspectos que proporciona el perfil de capacidad interna, PCI, que también permite identificar las fortalezas y debilidades (Apéndice F).

El intervalo que se implementa en el cuestionario es de [0 a 5] donde 0 representa total desacuerdo en la afirmación y 5 total acuerdo. La valoración que se tiene en cuenta es la media aritmética por lo que se establece dentro del rango de [0-3.5] una debilidad del grupo de investigación y de (3.5- 5] una fortaleza que se desarrolla constantemente hasta llegar a la solidez en el grupo.

#### 5.2.1.1 Resultados de Cuestionario de Capital Intelectual

**Tabla 8**

*Capital Humano*

Capital Humano							
Componentes	Media	Mediana	Moda	Asimetría	Mínimo	Máximo	Clasificación
Sentido de pertenencia. compromiso	4.8	5	5	-2.6	3	5	Fortaleza
Automotivación	4.2	4	5	-1.5	1	5	Fortaleza
Satisfacción	4	4	5	-1.1	1	5	Fortaleza
Sociabilidad	3.4	3	3	-0.3	1	5	Debilidad
Flexibilidad y adaptabilidad	4.2	4	5	-1.6	1	5	Fortaleza
Creatividad	4.1	4	4	-0.2	3	5	Fortaleza
Comunicación	3.9	4	4	-0.7	2	5	Fortaleza
Liderazgo	3.8	4	4	-0.4	2	5	Fortaleza

**Tabla 9***Capital Estructural*

<b>Capital Estructural</b>							
Componentes	Media	Mediana	Moda	Asimetría	Min	Max	Clasificación
Homogeneidad	4.3	5	5	-2.1	1	5	Fortaleza
Diseño	3.8	4	5	-0.6	1	5	Fortaleza
Evolución de valores culturales	4.2	4	4	-0.3	3	5	Fortaleza
Clima social	4.1	4.5	5	-1.1	2	5	Fortaleza
Filosofía de negocio	4.7	5	5	-1.1	4	5	Fortaleza
Desarrollo organizativo	3.7	4	5	-0.8	1	5	Fortaleza
Pautas organizativas	3.4	4	4	-0.5	1	5	Debilidad
Entorno de aprendizaje	3.5	3.5	3	0	2	5	Debilidad
Creación y desarrollo de conocimiento	3.5	3	3	0.2	2	5	Debilidad
Captación y transmisión de conocimiento	2.9	3	3	-0.1	1	5	Debilidad
Gasto en I+D+i	4.1	4	5	-1.1	2	5	Fortaleza
Personal I+D+i	4.2	5	5	-1.5	1	5	Fortaleza
Compra tecnología	3.9	4	5	-1.1	1	5	Fortaleza
Dotación de tecnologías de la producción	3.3	3.5	4	-0.6	1	5	Debilidad
Dotación de tecnologías de la información y de las comunicaciones	4.3	5	5	-1.8	1	5	Fortaleza

**Tabla 10***Capital Relacional*

Capital Relacional							
Componentes	Media	Mediana	Moda	Asimetría	Min	Max	Clasificación
Lealtad clientes	2.4	2.5	3	-0.2	1	4	Debilidad
Procesos de relación con competidores	3.4	4	4	-0.5	1	5	Debilidad
Acción social	3.9	4	5	-0.5	2	5	Fortaleza

Se realizó un encuentro con los integrantes del grupo con el propósito de robustecer la información recogida en el cuestionario. La estrategia de trabajo de este taller se encuentra en el apartado 3.1.2. Durante el desarrollo del taller se logró priorizar de manera grupal los factores y se recomendó profundizar en el proceso de priorización por medio de otro método sugerido por el profesor Edwin Garavito, realizando un análisis jerárquico cualitativo con una comparación por pares de manera dicotómica adaptada de la matriz de Véster, logrando así determinar el peso de cada factor, tomando como fundamento teórico la visión actual del grupo y anteponiendo unos factores frente a otros. Este proceso completo se evidencia en el Apéndice G.

Con este peso relativo de cada componente se procede a efectuar la Matriz de Evaluación de Factores Internos o más conocida como Matriz EFI, la cual permite estimar el desempeño interno de una organización asignando una calificación que determina el éxito que pueda alcanzar la empresa con su estrategia, es decir, analiza la efectividad de las actividades aplicadas y evalúa su impacto. De esta forma, es de utilidad para la formulación de estrategias que sean capaces de solventar, optimizar y reforzar los procesos internos, proporcionando información para acciones inmediatas en horizontes de mayor cobertura y tiempo. Hay que mencionar que las consideraciones son en un porcentaje empíricas e intuitivas, por lo que no se puede afirmar que los resultados sean del todo objetivos. Las tablas 8, 9 y 10 contienen el valor ponderado final de cada factor.

**Tabla 11***Matriz EFI- Capital humano*

<b>Factores</b>	<b>Peso</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor ponderado</b>
<b>Fortalezas</b>			
Flexibilidad y adaptabilidad	0.24	4.2	1.01
Creatividad	0.21	4.1	0.86
Satisfacción	0.17	4	0.68
Liderazgo	0.1	3.8	0.38
Sentido de pertenencia. compromiso	0.07	4.8	0.34
Automotivación	0.04	4.2	0.17
Comunicación	0.03	3.9	0.12
<b>Debilidades</b>			
Sociabilidad	0.14	3.4	0.48
Total	1	32.4	4.026

**Tabla 12***Matriz EFI- Capital estructural*

<b>Factores</b>	<b>Peso</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor ponderado</b>
<b>Fortalezas</b>			
Gasto en I+D+i	0.1	4.1	0.41
Dotación de tecnologías de la información y de las comunicaciones	0.09	4.3	0.387
Compra tecnología	0.06	3.9	0.234
Diseño	0.07	3.8	0.266
Desarrollo organizativo	0.07	3.7	0.259
Personal I+D+i	0.06	4.2	0.252
Clima social	0.04	4.1	0.164
Filosofía de negocio	0.01	4.7	0.047
Homogeneidad	0.01	4.3	0.043

**Continuación Tabla 12***Matriz EFI- Capital estructural*

Evolución de valores culturales	0.01	4.2	0.042
<b>Debilidades</b>			
Creación y desarrollo de conocimiento	0.12	3.5	0.42
Captación y transmisión de conocimiento	0.13	2.9	0.377
Entorno de aprendizaje	0.1	3.5	0.35
Pautas organizativas	0.09	3.4	0.306
Dotación de tecnologías de la producción	0.04	3.3	0.132
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>57.9</b>	<b>3.689</b>

**Tabla 13***Matriz EFI- Capital relacional*

<b>Factores</b>	<b>Peso</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor ponderado</b>
<b>Fortaleza</b>			
Acción social	0.33	3.9	1.3
<b>Debilidades</b>			
Lealtad clientes	0.33	2.4	0.8
Procesos de relación con pares	0.33	3.4	1.13
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>9.7</b>	<b>3.23</b>

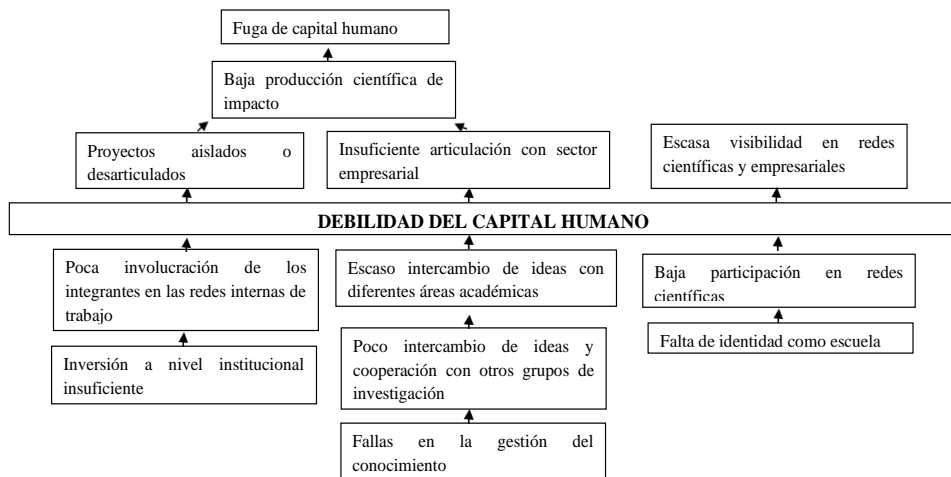
El total ponderado del Capital humano es de 4.026, esto demuestra que el equipo humano es una fortaleza dentro de la organización, mientras que el capital estructural tiene un valor de 3.689, rozando como un factor débil, por último, el capital relacional presenta una clara debilidad interna con una calificación ponderada de 3.23. Estos factores deben ser atendidos según su posición de fortaleza y debilidad en la matriz DOFA.

En un segundo momento se abrió paso al planteamiento de árboles de problemas con las debilidades identificadas en el cuestionario de capital intelectual. La actividad se realizó por medio de un gamestroming con el nombre World Café. Este análisis tiene como finalidad asentar las

bases de la situación actual del grupo, proyectando los problemas hacia objetivos en la siguiente fase del trabajo. En la figura 8, se presenta el resultado en digital para mayor facilidad en el manejo de información y en el apéndice H están las evidencias del taller desarrollado por los miembros del Grupo OPALO.

**Figura 11**

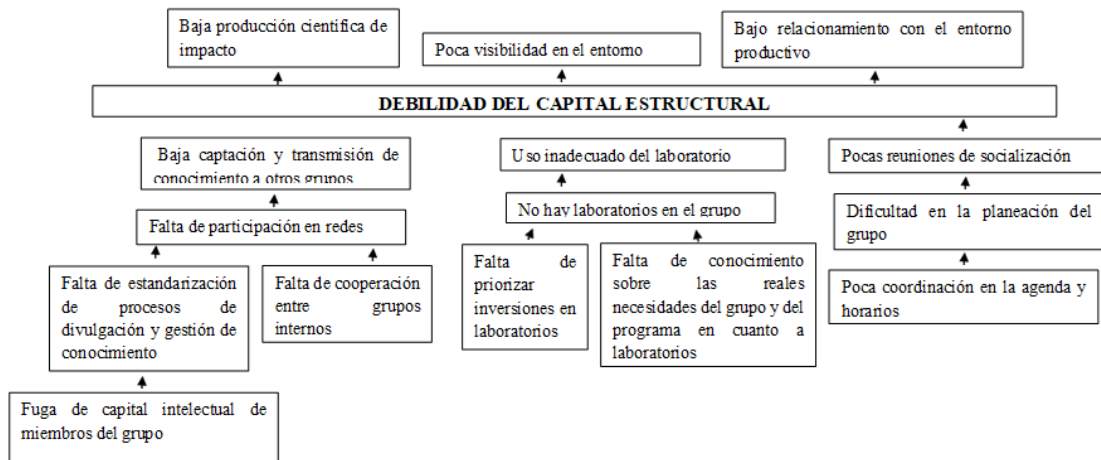
*Árbol de problema Capital Humano*



*Nota.* En la parte inferior se desglosan las causas de la debilidad del capital humano y en la parte superior los efectos que ha ocasionado.

**Figura 12**

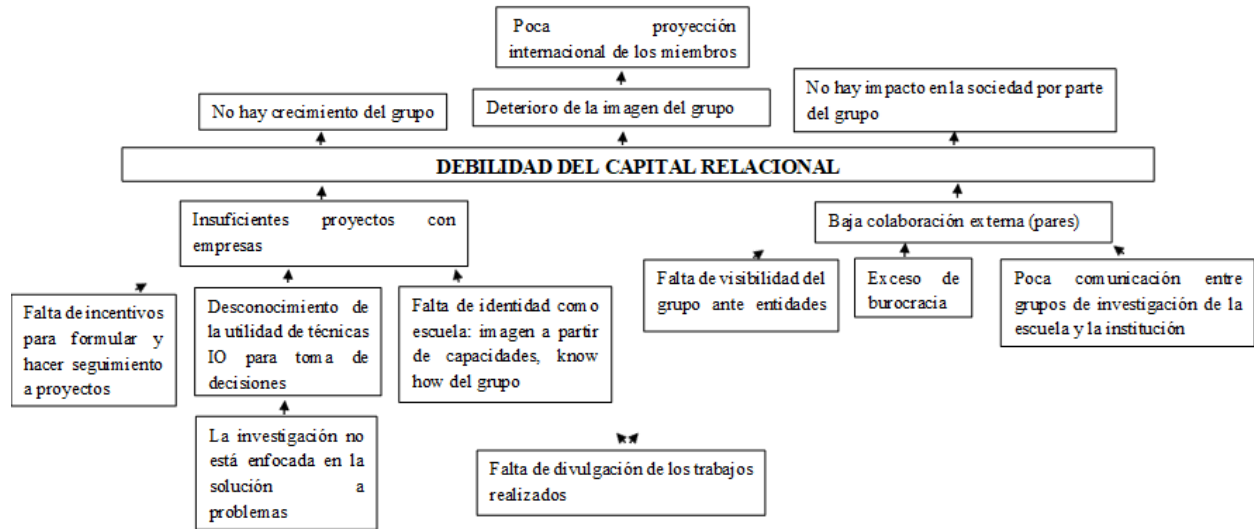
*Árbol de problema Capital Estructural*



*Nota.* En la parte inferior se desglosan las causas de la debilidad del capital estructural y en la parte superior los efectos que ha ocasionado.

**Figura 13**

*Árbol de problema Capital Relacional*



*Nota.* En la parte inferior se desglosan las causas de la debilidad del capital relacional y en la parte superior los efectos que ha ocasionado.



**Tabla 14***Análisis externo*

Oportunidades	Amenazas
1. Desarrollo de una Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022 – 2031	1. Evolución acelerada de la tecnología
2. Integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el ámbito investigativo	2. Recursos del Presupuesto Nacional para las IES
3. Aumento de la autonomía financiera vía internacionalización	3. Apuesta nacional e internacional por la especialización y agregación en la generación de conocimiento y talento con el fin de eliminar ineficiencias
4. Mayor necesidad de formación continuada de los egresados	4. Modelo insuficiente de financiación
5. Aprovechamiento de la agricultura, el turismo y del transporte como elementos diferenciadores de investigación	5. Demografía con una tendencia decreciente en educación superior
6. Aprovechamiento de problemáticas como Inundaciones, Sismicidad y Condiciones climáticas para la actividad investigativa	6. Alta competencia para participar en convocatorias para financiación externa
7. Existencia de recursos internacionales para la investigación	7. Dinámicas económicas globales
8. Relación con los grupos de interés	
9. Oferta y cobertura de cursos acorde a la realidad regional, nacional e internacional	
10. Formación orientada a habilidades para el trabajo	

Para el desarrollo de la matriz EFE se definió el peso por medio del método VESTER usado en el análisis interno de igual manera, este proceso se encuentra en los apéndices J y K.

**Tabla 15***Matriz EFE- Factores externos*

<b>Factores</b>	<b>Peso</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor ponderado</b>
<b>Oportunidades</b>			
Aprovechamiento de la agricultura, el turismo y del transporte como elementos diferenciadores de investigación	0.083	3.0	0.25
Aprovechamiento de problemáticas como Inundaciones, Sismicidad y Condiciones climáticas para la actividad investigativa	0.075	3.0	0.23
Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022 – 2031	0.108	4.0	0.43
Integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el ámbito investigativo	0.05	4.0	0.20
Mayor necesidad de formación continuada de los egresados	0.058	2.0	0.12
Relación con los grupos de interés	0.108	3.0	0.33
Existencia de recursos internacionales para la investigación	0.117	1.0	0.12
Oferta y cobertura de cursos acorde a la realidad regional, nacional e internacional	0.042	1.0	0.04
Formación orientada a habilidades para el trabajo	0.017	1.0	0.02
<b>Amenazas</b>			
Recursos del Presupuesto Nacional para las IES	0.1	4.00	0.40
Evolución acelerada de la tecnología	0.025	3.50	0.09
Dinámicas económicas globales	0.008	4.00	0.03
Alta competencia para participar en convocatorias para financiación externa	0.067	2.00	0.13
Apuesta nacional e internacional por la especialización y agregación en la generación de conocimiento y talento con el fin de eliminar ineficiencias	0.017	3.50	0.06
Modelo insuficiente de financiación	0.1	2.50	0.25
Demografía con una tendencia decreciente en educación superior	0.025	2.00	0.05
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>43.500</b>	<b>2.74</b>

El valor ponderado de los factores externos indica que las acciones actuales de la organización no aprovechan las oportunidades ni enfrentan las amenazas, pues el valor de 2.74 obtenido denota el poco trabajo por utilizar la coyuntura externa positiva y por defender el GDI de los diferentes obstáculos que se presentan en la financiación externa, el rápido crecimiento de la tecnología, entre otros factores que inciden en el rendimiento del GDI.

A continuación, se muestra por medio de la matriz DOFA, diferentes estrategias que nacen de las oportunidades, debilidades, oportunidades y amenazas identificadas con anterioridad. Este proceso consiste en crear estrategias FO, de fortalezas y oportunidades; estrategias FA, de

fortalezas y amenazas; estrategias DO, de debilidades y oportunidades y estrategias DA, de debilidades y amenazas (David, 2003).

**Tabla 16**

Matriz DOFA

	Oportunidades	Amenazas
	O1. Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022 – 2031	A1. Evolución acelerada de la tecnología
	O2. Integración de los ODS	A2. Recursos para las IES
	O4. Formación continua de los egresados	A3. Especialización y agregación en la generación de conocimiento y talento
	O5. Aprovechamiento de la agricultura, el turismo y del transporte	A4. Modelo insuficiente de financiación
	O6. Aprovechamiento de problemáticas como Inundaciones, Sismicidad y Condiciones climáticas	A5. Demografía con una tendencia decreciente en educación superior
	O7. Recursos internacionales para la investigación	A6. Alta competencia para participar en convocatorias para financiación externa
	O8. Relación con los grupos de interés	A7. Dinámicas económicas globales
	O9. Cursos acordes a la realidad regional, nacional e internacional	
	O10. Formación orientada a habilidades para el trabajo	
Fortalezas	FO	FA
F1. Flexibilidad y adaptabilidad	F1- F2-F3-F6-O1- O2-O3-O5-O6 Determinar oportunidades de investigación que contribuya a los ODS y evaluar los resultados	A1-A3-A5 -A7-F9--F10-F8 Entablar conexión en el encuentro de egresados anual de la EEIE
F2. Creatividad	F1- F2-F3- O2-O3-O5-O6 Colaboración con actores relevantes con la intención de obtener información y ampliar el alcance de las investigaciones	A3-A5-A6-A7-F9-F10-F11 Usar LinkedIn como red social para crear espacios de comunicación con egresados, presentando la trayectoria del grupo
F3. Personal I+D+i		A1- A2-A7-F5-F9 Consolidación de laboratorios de Simulación e Impresión 3D

**Continuación Tabla 16**

*Matriz DOFA*

F4. Liderazgo	F4-F11-F16-F17-O1-O1-O3-O7	A1-A2-A3-A4 -A6-A7-F4-F11
F5. Gasto en I+D+i	Fortalecer el relevo generacional en investigación	Fomentar la participación en convocatorias internas y externas
F6. Acción social		
F7. Compra tecnología		A2-A3-A4-A5-A6-A7-F4-F11
F8. Desarrollo organizativo	F4-F11-F16-F17-O1-O1-O3-O7	Incrementar relaciones entre Industria-Universidad
F9. Sentido de pertenencia.	Capacitación de los integrantes del GDI	A2-A3-A4-A5-A6-A7-F3-F5 -F11
F10. Evolución de valores culturales	F3-F11-O9-O10- O5-O6	Identificar convenios y asociaciones nacionales e internacionales vigentes que tenga la universidad
F11. Diseño	Plantear propuestas de cursos, seminarios, diplomados como alternativa de aprendizaje.	A2-A3-A4-A5-A6-A7-F4-F11
		Formalizar e implementar portafolio de productos y servicio

<b>Debilidades</b>	<b>DO</b>	<b>DA</b>
D1. Entorno de aprendizaje	D1-D3-D4-D6-D7-O1-O2-O3-O4-O5-O6-O7-O8 Generar productos TOP	D1-D3-D4-D5- A2-A3 -A5 Propuesta semillero fase 2 fase 3 del grupo OPALO
D2. Procesos de relación con pares	D1-D3-D4-D6-D7-O1-O2-O3 -O7-O8 Dirección o codirección o asesoría de Tesis de Doctorado	D1-D3-D4-D5- A3-A5 Generar espacios de comunicación entre los integrantes del grupo y estudiantes de pregrado
D3. Creación y desarrollo de conocimiento	D2-D3-D4-D5-D6-D7-O1-O2-O3-O4-O5-O6-O7-O8 Temas con enfoque multidisciplinario	D1-D6-A1- A2- A3-A4-A6-A7 Fortalecer las redes internas del GDI
D4. Captación y transmisión de conocimiento	D2-D3-D4-D6-D7-O1-O2-O3-O4-O5-O6-O7-O8 Obtener financiación en investigación multidisciplinaria	D1-D2- D6-A1- A2- A3-A4-A6-A7 Planeación efectiva del grupo
D5. Lealtad clientes	D2-D3-D4-D5-D6-D7-O1-O2-O3-O4-O5-O6-O7-O8 Capacitación multidisciplinaria	
D6. Pautas organizativas	D3- D4-D5-O3-O5-O6 Promoción de espacios de interacción con los diferentes actores del ecosistema universitario	

**Continuación Tabla 16***Matriz DOFA*

D7. Dotación de tecnologías de la producción	D3- D4-D5-D6-O3-O5-O6 Definir un problema nacional en el cual las diferentes líneas del grupo puedan desarrollar sus investigaciones
--	---

Finalmente, en el apéndice L se presenta el Benchmarking, comparando cada grupo de investigación seleccionado según la metodología, en su direccionamiento estratégico.

**5.4 Análisis de grupos de interés**

La planeación de la organización requiere una reflexión sobre la importancia de las partes interesadas y su impacto y/o influencia en los resultados del proyecto, por consiguiente, se identifica los actores de este mismo por medio de un mapa de stakeholders (Apéndice M) y, además, se realiza una matriz de grupos de interés bajo el modelo de Gardner, indicando que tipo de relación se debe desarrollar entre la organización con cada uno de los actores y de esta forma el aporte estratégico sea mayor y la toma de decisiones se facilite. Esta matriz fue desarrollada por medio de la información obtenida en las secciones anteriores.

**Figura 15**

*Matriz de impacto/influencia*



*Nota.* Cada grupo de interés se clasificó según la información recolectada en las fases anteriores.

A partir del análisis de los grupos de interés se encontró la necesidad de identificar las posibles organizaciones que brindan financiaciones para la investigación, esto permitirá tener un control periódico de las diversas convocatorias que se presentan en el transcurso del año (Apéndice N).

**6. Direccionamiento estratégico**

Para dar inicio al direccionamiento estratégico se tiene en cuenta los procesos clave que se llevan a cabo actualmente en el GDI para identificar el modo en cómo funciona el flujo de la organización y a la vez brinda claridad sobre lo que se hace para declararlo en la misión. Este mapa de procesos puede ser utilizado para comunicar a los integrantes los procesos que generan valor al Grupo. De igual manera, el organigrama se diseña para visualizar el equipo de trabajo con el que se cuenta para el plan estratégico.

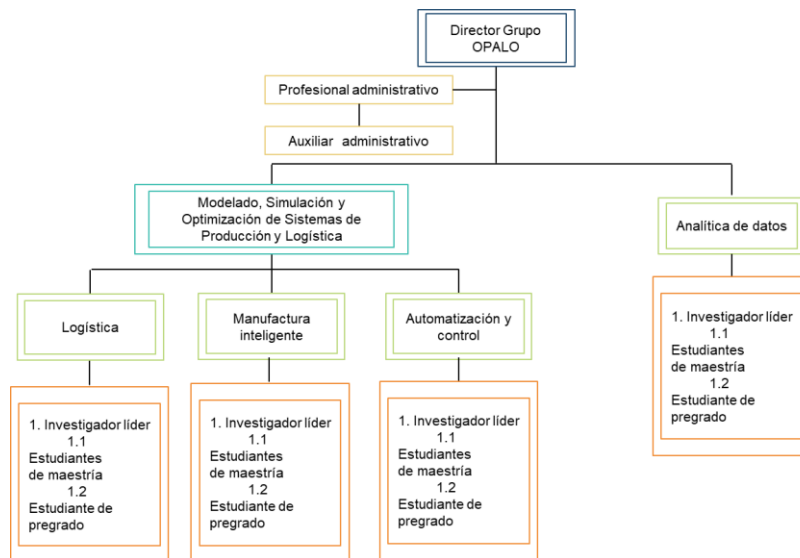
**Figura 16**

*Mapa de procesos*



**Figura 17**

*Organigrama actual*



Se espera que a medida que el plan estratégico sea implementado el organigrama sea transformado, agregando estudiantes de doctorado al equipo de trabajo y resaltando el carácter interdisciplinario del Grupo.

Para la reformulación de los elementos del direccionamiento se llevaron a cabo distintas reuniones y actividades descritas en la metodología del trabajo con el comité estratégico e

integrantes del grupo. De igual manera la información obtenida en la fase anterior, la revisión de literatura, análisis interno y externo permitió entablar reflexiones claves que se tuvieron en cuenta en las nuevas redacciones de la misión, visión y valores (Ver apéndice O).

### 6.1 Misión, visión y valores

#### Figura 18

##### *Nueva misión del Grupo de Investigación OPALO*

###### **Misión**

Somos un equipo humano multidisciplinar, comprometido con la generación de nuevo conocimiento para la solución de problemas presentes en las cadenas de valor en sistemas productivos, administrativos y logísticos, a partir del desarrollo de esquemas de mejoramiento, y modelos de optimización integrados con analítica de datos. Buscamos contribuir a la formación integral del talento humano a nivel nacional y prioritariamente regional, así como consolidar redes colaborativas con diversos actores de la academia y de la sociedad.

#### Figura 19

##### *Nueva visión del Grupo de Investigación OPALO*

###### **Visión**

Para el año 2030, seremos reconocidos a nivel nacional por contribuir en el fortalecimiento de la productividad colombiana, relevante en su impacto social, a partir de investigación de alta calidad y con proyección internacional.

**Figura 20**

*Valores del Grupo de Investigación*



*Nota.* Los valores fueron desarrollados por el comité estratégico.

**6.2 Objetivos estratégicos**

A continuación, se presentan los ejes temáticos y los objetivos estratégicos planteados para el direccionamiento estratégico, los cuales se consideraron tienen causalidad con la misión, visión y valores anteriormente establecidos.

**Figura 21**

*Ejes temáticos del plan estratégico*



*Nota.* El desarrollo de los ejes temáticos

**Tabla 17***Objetivos estratégicos por eje temático*

<b>C Capital Intelectual</b>
C1 Generar un entorno organizativo propicio para coordinar los procesos internos del GDI
C2 Potenciar el uso de laboratorios como medio para el aprendizaje práctico
C3 Fortalecer la formación del personal investigativo
<b>PC Producción científica</b>
P1 Brindar soluciones a problemas productivos nacionales
P2 Formular proyectos con valor e impacto social y ambiental en concordancia con los ODS
P3 Promover el desarrollo de investigaciones multidisciplinarias
P4 Alcanzar la máxima categoría en la escala de Minciencias
<b>I1 Cultura investigativa</b>
I1 Consolidar el semillero de investigación Fase 2, Fase 3 con el fin de mejorar la cultura investigativa de la comunidad universitaria
I2 Desarrollar programas de formación no formal acordes a las competencias técnicas manejadas por el GDI
<b>R Redes colaborativas</b>
R1 Aumentar la interacción del GDI con stakeholders
R2 Fortalecer la red de egresados del GDI OPALO

De acuerdo con el siguiente ejercicio de priorización llamado Matriz Saaty, se obtiene un porcentaje de importancia para cada objetivo, desplegado más adelante en el plan de acción. Este método consiste en elaborar una matriz en la que se evalúa la importancia relativa de cada una de las estrategias. La rúbrica de calificación para evaluar cada estrategia es la siguiente: (1) Igual de importante, (3), Algo más importante, (5) Más importante, (7) Bastante más importante, (9) Mucho más importante y las calificaciones contrarias se califican al inverso (Saaty, 1980).

**Tabla 18***Matriz Saaty para priorizar objetivos estratégicos*

	C1	C2	C3	P1	P2	P3	P4	I1	I2	R1	R2
C1	1.00	3	3	1	3	1	1/3	3	5	1/3	3
C2	1/3	1	1	3	1/3	3	3	1/3	3	1/5	1
C3	1/3	1	1	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1	1/5	3
P1	1	1/3	3	1	1	1	1	1	5	1	1/3
P2	1/3	3	5	1	1	1	1	1	5	1/3	3
P3	1.00	1/3	3	1	1	1	1	1	5	1	1/3
P4	3.00	1/3	3	1	1	1	1	1	5	1	1/3
I1	0.33	3	3	1	1	1	1	1	3	1/5	3
I2	1/5	1/3	1	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1	1	1/3
R1	3.00	5	5	1	3	1	1	5	1	1	5
R2	1/3	1	1/3	3	1/3	3	3	1/3	3	1/5	1
Total	10.87	18.33	28.33	13.53	12.07	13.53	12.87	14.33	37.00	6.47	20.33

**Tabla 19***Priorización objetivos método Saaty*

	C1	C2	C3	P1	P2	P3	P4	I1	I2	R1	R2	Peso
C1	0.0920	0.1636	0.1059	0.0739	0.2486	0.0739	0.0259	0.2093	0.1351	0.0515	0.1475	12.07%
C2	0.0307	0.0545	0.0353	0.2217	0.0276	0.2217	0.2332	0.0233	0.0811	0.0309	0.0492	9.17%
C3	0.0307	0.0545	0.0353	0.0246	0.0166	0.0246	0.0259	0.0233	0.0270	0.0309	0.1475	4.01%
P1	0.0920	0.0182	0.1059	0.0739	0.0829	0.0739	0.0777	0.0698	0.1351	0.1546	0.0164	8.19%
P2	0.0307	0.1636	0.1765	0.0739	0.0829	0.0739	0.0777	0.0698	0.1351	0.0515	0.1475	9.85%
P3	0.0920	0.0182	0.1059	0.0739	0.0829	0.0739	0.0777	0.0698	0.1351	0.1546	0.0164	8.19%
P4	0.2761	0.0182	0.1059	0.0739	0.0829	0.0739	0.0777	0.0698	0.1351	0.1546	0.0164	9.86%
I1	0.0307	0.1636	0.1059	0.0739	0.0829	0.0739	0.0777	0.0698	0.0811	0.0309	0.1475	8.53%
I2	0.0184	0.0182	0.0353	0.0148	0.0166	0.0148	0.0155	0.0233	0.0270	0.1546	0.0164	3.23%
R1	0.2761	0.2727	0.1765	0.0739	0.2486	0.0739	0.0777	0.3488	0.0270	0.1546	0.2459	17.96%
R2	0.0307	0.0545	0.0118	0.2217	0.0276	0.2217	0.2332	0.0233	0.0811	0.0309	0.0492	8.96%
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	100.00%

## 7. Formulación estratégica

Las estrategias fueron orientadas bajo el contexto institucional, los grupos de interés y el objeto social de la organización. Además, se denota nuevamente la importancia de la investigación para el desarrollo económico y social, generando altos requerimientos de innovación y producción

científica de alta calidad por parte de la universidad a los grupos de investigación. Con la intención de profundizar información como la duración de las acciones, veces a realizar, responsables, etc, revise el Apéndice P.

### **7.1 Capital intelectual**

Los profesores son las cabezas principales de en el proceso de investigación, cumpliendo el rol de investigador y a su vez desarrollando la gestión burocrática que requiere el Grupo. En el caso del grupo de investigación OPALO, la disponibilidad de tiempo ha sido una debilidad que ha llevado a dejar procesos investigativos y administrativos sin finalizar o ni siquiera a empezarlos, desaprovechando las oportunidades que el entorno abre periódicamente como convocatorias o colaboraciones; inclusive, ha llevado a la desconexión comunicativa y al enfriamiento social entre los mismos miembros del Grupo. Sin embargo, se cuenta con equipo humano altamente calificado en su área de conocimiento lo que lo ha llevado a responder con las actividades básicas que normalmente caracterizan al GDI. Aprovechando esta fortaleza y las diferentes oportunidades del entorno se hace frente a la poca disponibilidad de tiempo de los profesores, su falta de comunicación y sociabilidad, por medio de las siguientes estrategias, según su objetivo estratégico.

#### ***7.1.1 Generar un entorno organizativo propicio para coordinar los procesos internos del GDI***

Estrategia 1 Fortalecer las redes internas del GDI

Acciones:

- Crear una política de gestión de conocimiento
- Implementar la política de gestión de conocimiento
- Promoción de trabajo colaborativo entre los miembros, escritura conjunta
- Reconocer semestralmente logros alcanzados por los investigadores por medio del boletín informativo y por redes sociales (Instagram, LinkedIn).

Estrategia 2 Planeación efectiva del grupo

Acciones:

- Organizar archivo digital según las directrices de gestión documental
- Generar documentos con procedimientos aumentando la accesibilidad a cada una de las funciones del GDI
- Hojas de ruta de acuerdo con convocatorias internas

- Establecer una franja semanal de la cual se pueda disponer Documentos con la disponibilidad de horarios para la coordinación de reuniones
- Cronograma de eventos importantes anuales
- Actualización de portal web con las publicaciones anuales
- Compartir resultados del presente plan y reestructurar según la medición de los indicadores

### ***7.1.2 Potenciar el uso de laboratorios como medio para el aprendizaje práctico***

#### Estrategia 1 Consolidación de laboratorios de Simulación e Impresión 3D

##### Acciones:

- Apoyar en la logística y procesos administrativos para la creación de un laboratorio de industria 4.0 que involucre la simulación y la impresión 3D
- Acomodar el lugar físico del laboratorio 4.0
- Determinar estrategia de uso para el laboratorio de impresión 3D, formalizando el laboratorio 4.0 con eventos o actividades prácticas
- Adquirir equipos de cómputo para laboratorio 4.0
- Desarrollar propuesta para un nuevo laboratorio

### ***7.1.3 Fortalecer la formación del personal investigativo***

#### Estrategia 1 Fortalecer el relevo generacional en investigación

##### Acciones:

- Desarrollar una política interna para el relevo generacional
- Diseñar el perfil del cargo requerido según la literatura y las necesidades del grupo
- Actualización CVLAC de los integrantes del grupo

#### Estrategia 2 Capacitación de los integrantes del GDI

##### Acciones:

- Capacitar a los integrantes en temas como:
- Certificar docentes cátedra en competencias técnicas
- Metodologías emergentes con modelamiento matemático
- Áreas emergentes de investigación
- Metodología para la formulación de proyectos (MGA)

## 7.2 Producción científica

El Grupo OPALO hace parte del proceso de medición de grupos realizado por Minciencias como se ha mencionado anteriormente y la evolución dentro de las convocatorias se ha estancado en la categoría B por más de 6 convocatorias. Es claro que esto es una debilidad dado al incumplimiento de ciertos requisitos que imparte Minciencias. Sin embargo, las estrategias a continuación engloban oportunidades de investigación según las necesidades de región para producir investigaciones de alto impacto; también se consideran las diferentes convocatorias nacionales e internacionales a las que el grupo tiene la conveniencia en participar y están capacitados para desarrollar proyectos alineados a la declaración de la misión de los sabios y los ODS.

### *7.2.1 Brindar soluciones a problemas productivos nacionales*

Estrategia 1 Promoción de espacios de interacción con los diferentes actores del ecosistema universitario, para la identificación, análisis y solución de retos locales, nacionales e internacionales

Acciones:

- Articulación con los egresados en los procesos de revisión y mejoramiento curricular de las líneas de investigación y temáticas de interés
- Realizar una vigilancia tecnológica de diferentes publicaciones nacionales e internacionales del área de conocimiento y las directrices del Minciencias alineadas a la Misión de los sabios.

Estrategia 2 Definir un problema nacional en el cual las diferentes del grupo puedan desarrollar sus investigaciones

Acciones:

- Generar un documento online compartido como banco de ideas
- Alimentar el banco de ideas con posibles investigaciones o temas
- Concretar un tema general en el que el grupo trabajará anualmente
- Participar en convocatorias de financiación externas con propuestas generadas en este espacio

### ***7.2.2 Formular proyectos con valor e impacto social y ambiental en concordancia con los ODS***

Estrategia 1 Determinar oportunidades de investigación que contribuya a los ODS y evaluar los resultados

Acciones:

- Identificar ODS a los que el GDI puede contribuir
- Buscar en la comunidad, gobiernos y organizaciones no gubernamentales los desafíos y oportunidades actuales, regionales y nacionales en relación con los ODS
- Definir preguntas de investigación entorno los ODS
- Considerar los impactos sociales ambientales y económicos en la finalización de la investigación

Estrategia 2 Colaboración con actores relevantes con la intención de obtener información y ampliar el alcance de las investigaciones

Acciones:

- Colaborar con la comunidad, gobiernos y organizaciones no gubernamentales para garantizar que la investigación sea relevante
- Integrar proyectos interdisciplinarios para abordar los temas más complejos de la sostenibilidad

### ***7.2.3 Promover el desarrollo de investigaciones multidisciplinares***

Estrategia 1 Temas con enfoque multidisciplinario

Acciones:

- Identificar temas de interés que permitan un enfoque multidisciplinario
- Crear un espacio para la conversación y el debate, enfocándose en congregar a los investigadores de los diferentes campos y áreas del conocimiento a un encuentro interdisciplinario de aprendizajes y desarrollando las potencialidades personales y de equipos
- Invitar docentes de otras escuelas al evento Inscience
- Formalizar proyectos con grupos de investigación de la universidad y de otras universidades

Estrategia 2 Obtener financiación en investigación multidisciplinaria

Acciones:

- Realizar seguimientos a las fuentes de financiación internas y externas al GDI
- Participar en convocatorias abiertas por estas fuentes de financiación con propuestas acordes
- Actualización en las demandas o requerimientos que solicitan las organizaciones para participar en las convocatorias
- Estrategia 3 Capacitación multidisciplinaria
- Sensibilización, integración y debate en torno a la transdisciplinariedad en investigación

Estrategia 4 Generar productos TOP

Acciones:

- Motivar y asesorar a los estudiantes de maestría en la creación de su artículo científico y su posterior proceso de publicación
- Capacitación sobre políticas de publicación e investigación Colombia

#### ***7.2.4 Alcanzar la máxima categoría en la escala de Minciencias***

Estrategia 5 Dirección o codirección o asesoría de Tesis de Doctorado

Acciones:

- Motivar y asesorar a los estudiantes de maestría en la creación de su artículo científico y su posterior proceso de publicación
- Capacitación sobre políticas de publicación e investigación Colombia
- Apoyo a la formulación de propuestas de intención del doctorado en ingeniería industrial y el posterior proyecto
- Identificar becas de financiación para estudiantes que realicen doctorado
- Definir perfil de estudiante de Doctorado

### **7.3 Cultura investigativa**

Los enfoques estratégicos están fuertemente correlacionados, por lo que para tener una excelente producción científica se debe tener toda una red interna de investigadores que inicia desde los estudiantes de pregrado, continua con los estudiantes de maestría y doctorado y finaliza con los profesores cátedra y planta. Esta sección consiste en la formación integral de los estudiantes de pregrado e incluso estudiantes de educación secundaria en la región, para ser direccionados y

educados en los inicios de su vida investigativa y los alcances que esta puede traer. Con esta propuesta, el Grupo OPALO se ocupa del acompañamiento a los estudiantes y trabajará por la disminución de estudiantes que deciden realizar su maestría y, por ende, desarrollar investigaciones, lo cual ha sido una constante en las estadísticas en Colombia. Adicionalmente, los esfuerzos se concentran en una transmisión de conocimiento generacional en beneficio del funcionamiento y permanencia en el tiempo del Grupo.

***7.3.1 Consolidar el semillero de investigación Fase 2, Fase 3 con el fin de mejorar la cultura investigativa de la comunidad universitaria***

Estrategia 1 Propuesta del semillero fase 2 y fase 3 del grupo OPALO

Acciones:

- Aplicar encuesta de satisfacción y grupos focales a los estudiantes que finalizaron la fase 2
- Análisis de resultados de la participación de los estudiantes y el alcance de los objetivos del semillero
- Realizar un video sobre el grupo. ¿Quiénes son? ¿Qué hacen? Y subirlo a las redes sociales como método de comunicación con estudiantes que no han entrado a semilleros
- Difundir en clase y fuera de las aulas los beneficios intelectuales de participar en el semillero Fase 2
- Socialización de proyectos destacados o con potencial a derivar en otros proyectos únicamente del grupo OPALO
- Afianzar y aumentar la comunicación entre estudiantes y miembros por medio del evento INSCIENCE
- Construir y presentar al GDI un proyecto para replantear la dinámica del semillero fase 2 y fase 3
- Realizar prueba piloto del semillero y evaluar impacto
- Recoger ideas de investigación como resultado de los estudiantes de maestría
- Desarrollar los proyectos de investigación en el semillero cooperando como equipo

### ***7.3.2 Desarrollar programas de educación no formal acordes a las competencias técnicas manejadas por el GDI***

Estrategia 1 Plantear propuestas de cursos seminarios, diplomados como alternativa de aprendizaje.

Acciones:

- Motivar a los docentes a liderar programas de educación no formal de carácter solidario
- Concretar a estudiantes de maestría que dicten cursos de manera ad honorem
- Proponer cursos que abarquen las competencias técnicas necesarias al área de conocimiento como: Python, Gams, R o Matlab.
- Determinar supervisor del programa, modalidad del programa, contenido y duración de este
- Divulgar el contenido del programa por redes sociales, correo electrónico y flyers en la escuela
- Abrir inscripciones a los programas
- Realizar seguimiento de interesados
- Tomar asistencia de participación
- Brindar certificado a los estudiantes que asistieron al menos al 80% del programa
- Enviar encuesta de satisfacción a los estudiantes (formato de la oficina de extensión)
- Realizar un estudio de mercados para evaluar la factibilidad de abrir programas para personas fuera de la comunidad universitaria

### **7.4 Redes colaborativas**

El valor de tener una red externa consolidada es significativo para un grupo de investigación el cual quiere expandir sus alcances y generar un crecimiento en su experiencia investigativa. El intercambio de conocimiento es igual de relevante que la producción científica y, de hecho, están altamente relacionadas, al acrecentar colaboraciones, la calidad de la producción también aumenta. El Grupo OPALO, justamente se ha caracterizado por presentar dificultades al momento de generar conexiones por lo tanto, estas estrategias y acciones llevaran a los integrantes a relacionarse con los diferentes actores del ecosistema y garantizar como mínimo la visibilidad del

grupo ante estos, proyectando una colaboración en investigación pero también a que el Grupo se desempeñe nuevamente como consultor y asesor en su área de conocimiento, puesto a que si se ha desempeñado en estos servicios anteriormente, se ha debilitado a tal punto de no brindar consultas en los últimos años.

#### *7.4.1 Aumentar la interacción del GDI con stakeholders*

Estrategia 1 Fomentar la participación en convocatorias internas y externas

Acciones:

- Vigilancia permanente de convocatorias por medio del boletín de Vicerrectoría y por cuenta del profesional del grupo
- Preparar documentación con proyectos de investigación anteriormente hechos por el grupo con número de contrato, monto del contrato, objetivos y resultados
- Motivar a los docentes a participar en convocatorias internas y externas

Estrategia 2 Incrementar relaciones entre Industria-Universidad

Acciones:

- Identificar y presentarse a empresas en la región ligadas al área de conocimiento del grupo
- Colaborar un largo periodo de tiempo con las empresas brindando confianza y obteniendo reputación y nuevas ideas de proyectos de investigación
- Usar LinkedIn como red social para crear espacios de comunicación con empresas, presentando la trayectoria del grupo

Estrategia 3 Identificar convenios y asociaciones nacionales e internacionales vigentes que tenga la universidad

Acciones:

- Usar LinkedIn como red social para crear espacios de comunicación con áreas académicas, presentando la trayectoria del grupo
- Reintegrarse en la mesa logística de UNIRED, participando activamente en las reuniones
- Colaborar en proyectos formulados por parte de la mesa logística de UNIRED
- Crear conexiones con la red de pares con las asociaciones ASOCIO, ALIO y IFORS

Estrategia 4 Formalizar e implementar portafolio de productos y servicio

Acciones:

- Adaptar diseño de portafolio según factores comerciales
- Compartir portafolio en distintos espacios formales: ferias, conferencias, boletín electrónico, publicación en revistas y página web
- Vinculación de la producción en investigación del pregrado y el posgrado a la plataforma universitaria

#### ***7.4.2 Fortalecer la red de egresados del GDI OPALO***

Estrategia 1 Entablar conexión en el encuentro de egresados anual de la EEIE

Acciones:

- Preparar lista de invitados del grupo OPALO para la asistencia al encuentro
- Entablar conversaciones estratégicas con los asistentes al evento sobre las tendencias y necesidades actuales de las organizaciones
- Permanecer en contacto con egresados, motivándolos a seguir sus estudios de posgrado y a desarrollar proyectos de investigación con el grupo
- Facilitar la comunicación y negociación entre las empresas en las que trabajan los egresados y el GDI para colaboraciones futuras

Estrategia 2 Usar LinkedIn como red social para crear espacios de comunicación con egresados, presentando la trayectoria del grupo

Acciones:

- Crear cuenta LinkedIn para el grupo OPALO
- Actualizar cuenta LinkedIn para el grupo OPALO, publicando eventos y logros más importantes del grupo y equipo de trabajo
- Asociar producción científica y experiencia de los egresados al grupo OPALO

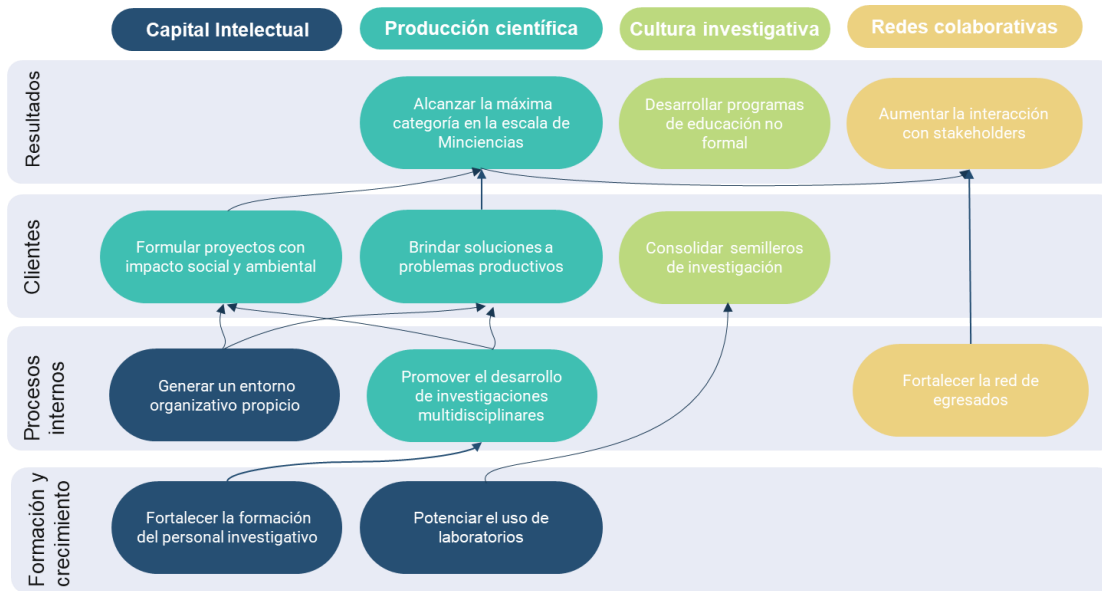
**Figura 22**

*Estrategias*



**Figura 23**

*Mapa estratégico*



Para finalizar, en este capítulo se presenta el portafolio de productos y servicios que ofrece el grupo de investigación en su capacidad técnica y administrativa; el diseño del portafolio se observa en el apéndice T. Esta presentación contiene información básica y la esencia del GDI, el equipo humano, experiencia, líneas de investigación, etc. brindando a las organizaciones datos precisos con el fin de identificar la alineación de sus necesidades con los servicios prestados.

### 8. Propuesta de un sistema de control y evaluación

El cuadro de mando integral debe ser revisado constantemente por el profesional del grupo de investigación con una frecuencia semestral. Es importante subirlo a la nube para que los integrantes observen el avance y las tareas pendientes que corresponden a cada uno, en caso el no cumplimiento de las metas es pertinente reevaluar los indicadores y el método de cómo se está trabajando por cumplirlo.

**Tabla 20**

*Cuadro Mando Integral*

Perspectiva	Objetivo	Indicador	METAS 2023-2030							
			23	24	25	26	27	28	29	30
Financiera	Desarrollar programas de formación no formal	Número de cursos de educación no formal ejecutados	1	2	3	3	4	4	4	4
	Alcanzar la máxima categoría en la escala de Minciencias	Número de artículos con afiliación UIS en categorías A1 y A2 de Publindex	2	2	2	3	3	3	3	4
		Número de tesis doctorales dirigidas por investigadores del grupo	0	1	1	1	1	2	2	2
		Categoría A y A1 en Minciencias	B	B	A	A	A1	A1	A1	A1
	Aumentar la interacción con stakeholders	Número de redes de investigación en las que participa activamente el grupo	1	2	3	4	4	4	4	4
		Participación en proyectos en el marco de convocatorias internas o externas	3	4	4	5	5	5	5	5
		Número de ponencias presentadas en eventos científicos nacionales al año	2	3	4	4	4	4	4	4
Formular proyectos con valor e impacto social y ambiental en concordancia con los ODS		Porcentaje de trabajos de investigación ODS	1	3	3	5	5	6	6	6
	Número de proyectos de investigación desarrollados con financiación interna o externa	1	2	4	4	4	5	5	6	
	Brindar soluciones a problemas productivos	Número de servicios de consultoría implementadas por organizaciones	1	1	1	1	2	2	2	2



**Continuación Tabla 24**

*Cuadro Mando Integral*

Formación y crecimiento	Fortalecer la formación del personal investigativo	Porcentaje de integrantes del grupo reconocidos como Investigadores por MinCiencias	30%	30%	40%	40%	42%	48%	50%	55%
		Porcentaje de investigadores en categorías Senior o Asociado de MinCiencias	8%	8%	8%	8%	8%	20%	20%	20%
		Porcentaje de investigadores capacitados en temáticas acordadas	0%	0%	0%	20%	50%	50%	50%	50%
	Potenciar el uso de laboratorios como medio para el aprendizaje práctico	Número de solicitudes a profesores sobre información para la actualización	2	2	2	2	2	2	2	2
		Numero de laboratorios en funcionamiento	0	1	1	1	2	2	2	2

## 9. Conclusiones

Este trabajo permite formular el plan estratégico diseñado para el Grupo de Investigación OPALO con la finalidad de enfrentar los cambios vertiginosos del conocimiento y las instituciones públicas, aprovechando su potencial en procesos internos.

En el proceso de evaluación interna realizado por medio del cuestionario de capital intelectual se identifican ciertas fortalezas y debilidades, que son priorizadas. En primer lugar, el capital relacional es el que presenta mayor debilidad con un valor ponderado de 3.23 en la matriz EFI, indicando la importancia de trabajar en la comunicación con pares académicos. Se destaca como principal fortaleza el capital humano con un valor ponderado de 4.026, esto quiere decir que el equipo humano está capacitado tanto en competencias técnicas como en competencias blandas, siendo esto determinante para el desarrollo del plan estratégico. Aprovechando la capacidad de adaptarse a los cambios impactando los resultados del GDI.

Los recursos limitados y decrecientes a la investigación se identifican como una amenaza dada a la dificultad de ejecutar investigaciones sin ningún tipo de suministro tecnológico. Además, del aumento de competencia que esto produce, haciendo difícil superar este obstáculo. Sin embargo, se consideran algunas oportunidades para conseguir esos recursos por medio de financiaciones externas y colaboraciones con la industria colombiana, convirtiéndose en opciones a desplegar en la formulación de estrategias.

Los resultados de la revisión permiten establecer tanto un marco de referencia sobre los factores críticos para lograr el éxito del grupo de investigación como diferentes actividades para llevar a cabo durante el periodo 2023-2030.

Para obtener mejores resultados en producción científica, los grupos de investigación requieren de una cultura organizacional que promueva políticas, valores y prácticas alineadas a los resultados de investigación. Para ello es importante generar mayor asignación de recursos tecnológicos, tiempo para ejercer la investigación y personal I+D que contribuya al desarrollo de la investigación y a una mejor gestión del conocimiento; Solo así, se podría obtener una mayor producción científica y una mejor clasificación para los grupos, de acuerdo a la evaluación que realiza Minciencias en Colombia. Animar a los equipos de investigación de las universidades a buscar financiación privada es esencial, pues esto reduciría la financiación pública, y al mismo

tiempo acortaría la distancia entre universidades y empresas. Los países en desarrollo han optado por aumentar estas colaboraciones como respuesta a la falta de recursos y se han visto buenos resultados.

Las actividades que funcionan como estrategias para la adquisición de habilidades de investigación creativa e independiente incluye: fomentar en los estudiantes una motivación responsable y un comportamiento basado en valores para desarrollar habilidades de investigación; la actualización y mejora del contenido de una selección de cursos de investigación académica con tareas próximas a las profesionales; actividades de investigación y estimulación de trabajo experimental involucrando a los estudiantes en la preparación de informes de investigación y su presentación en conferencias de diversos niveles.

Los datos recolectados proporcionan la guía base para precisar la estructura organizacional del grupo. La misión declara el trabajo colaborativo como factor transversal a todas las funciones del GDI y parte insustituible para alcanzar el reconocimiento en la contribución de la productividad regional y nacional en el área de conocimiento en el que aporta el grupo. Esta reflexión realizada junto con el comité estratégico prioriza los siguientes cuatro enfoques estratégicos: capital intelectual, producción científica, cultura investigativa y redes colaborativas, con estos, el grupo trabaja para convertirse en una organización que se desempeña de manera eficiente y enfocada hacia el éxito. La formulación de estrategias desglosa las actividades y las acciones a cumplir durante el periodo planeado bajo la responsabilidad de algún miembro del GDI.

El diseño del cuadro de mando integral posibilita la evaluación y el control el desempeño de las estrategias, a través de 29 indicadores que al realizar el seguimiento medirán la gestión y el rendimiento del grupo por medio de las metas anuales y el sistema de semaforización, reflejando las metas alcanzadas y los objetivos críticos a considerar en reuniones con el GDI, esto facilita la toma de decisiones informada y fomenta una cultura de integridad y rendición de cuentas. Por medio del mapa estratégico relacionado en la figura 22 se presenta de forma visual los diferentes objetivos estratégicos según la perspectiva de valor y los enfoques estratégicos, dirigiendo los esfuerzos a la consolidación de la producción científica, el desarrollo de programas de educación no formal y la incrementación de la relación con diferentes grupos de interés desarrollando trabajos colaborativos y obteniendo diferentes financiaciones.

La formulación de un portafolio de productos y servicios es un proceso esencial para que el GDI busque mejorar su desempeño y se mantenga presente en el entorno. Al crear un portafolio

diversificado, el grupo OPALO ofrece de forma clara y concisa la gama de productos y servicios que satisface las necesidades de las organizaciones productivas, gubernamentales y de la comunidad universitaria en general, expandiendo la base de clientes y, a su vez, aumentando la calidad de la producción científica y el aporte social y económico que se brinda a la sociedad.

Por último, la comunicación y la disponibilidad de tiempo con el que cuentan los integrantes del GDI limita la implementación del plan estratégico, por lo que la clave en el desarrollo de la fase de ejecución es el aprovechamiento de los espacios propuestos y el compromiso por el crecimiento del GDI.

## **10. Recomendaciones**

Finalmente, con ánimo de promover la implementación y retroalimentación del plan estratégico efectuado se realizan las siguientes recomendaciones:

Inicialmente, se recomienda a la organización objeto de estudio dar a conocer la estructura organizacional y las estrategias a los miembros del grupo, con la intención de hacer partícipe de esta nueva etapa del Grupo de Investigación OPALO abriendo la invitación a formar parte de los procesos y espacios planeados. Luego a esta socialización, se sugiere a la organización objeto de estudio implementar el plan de acción y en caso de ser necesario como medida correctiva retroalimentar el plan estratégico según los resultados de los indicadores del cuadro de mando integral. Desde una perspectiva de liderazgo, la aplicación continua y adaptable de la estrategia por parte de los integrantes es necesaria para abordar los cambios y las dificultades que surjan en el camino, reportando actualizaciones por medio de informes mensuales. Este seguimiento debe ser impulsado por el director del GDI y gestionado por el profesional administrativo a cargo, quienes desde sus roles de liderazgo conducen al equipo al cumplimiento de las metas.

Es importante recordar simultáneamente actualizar portafolio de productos y servicios y, página web, una vez se logren los objetivos acordes al plan de acción; esto abarca el ascenso de categoría Minciencias, publicaciones, proyectos de investigación, apertura de laboratorio, creación de cuenta en LinkedIn, entre otras metas descrita en el plan estratégico.

La revisión de la literatura abarcó información global por lo que existen variables políticas, económicas, sociales que intervienen de manera diferente según la ubicación geográfica, esto produce una brecha entre lo estudiado en otros países y lo que realmente se puede implementar en

el GDI OPALO en el periodo 2023-2030, por lo cual, se invita a determinar esas variaciones que se presentan en los contextos globales e incluso latinoamericanos.

Es preciso señalar que los recursos financieros requeridos para cumplir con el plan estratégico están sujetos al cumplimiento de este, por lo que la capacidad para desarrollar las actividades a largo plazo aumentará a medida que las medidas a corto plazo se completen de manera conjunta y coordinada cumpliendo con el orden acordado en el plan de acción.

Se espera que esta revisión aporte tanto al grupo de investigación OPALO como para otros grupos de investigación que se encuentran en la etapa inicial de su formulación del plan estratégico y sea de utilidad como guía y fuente de información metodológica y de literatura.

### Referencias Bibliográficas

- Álamo, F. (1995). *LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE LAS UNIVERSIDADES: PROPUESTA METODOLÓGICA Y EVIDENCIA EMPÍRICA*. UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA.
- Almuiñas, J., & Galarza, J. (2012). El proceso de planificación estratégica en las universidades: desencuentros y retos para el mejoramiento de su calidad. *Revista Gestão Universitária Na América Latina - GUAL*, 5(2), 72–97. <https://doi.org/10.5007/1983-4535.2012v5n2p72>
- Ansari, Z. N., & Daxini, S. D. (2021). A State-of-the-art Review on Meta-heuristics Application in Remanufacturing. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 1-44. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-021-09580-z>
- Archetti, C., Peirano, L., & Speranza, M. G. (2021). Optimization in multimodal freight transportation problems: A Survey. *European Journal of Operational Research*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221721006263>
- Arrieta, V., Cervantes, Y., de la Cruz, L., & López, D. (2021, February 18). *Vista de La importancia del diagnóstico estratégico en las organizaciones*. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/economicascuc/article/view/3580/3403>
- Boxwell, R. J. (1995). *Benchmarking para competir con ventaja*. McGraw-Hill,. [https://books.google.com/books/about/Benchmarking\\_para\\_competir\\_con\\_ventaja.html?hl=es&id=la24QgAACAAJ](https://books.google.com/books/about/Benchmarking_para_competir_con_ventaja.html?hl=es&id=la24QgAACAAJ)
- Caliari, T., & Chiarini, T. (2018). Análisis de los grupos de investigación de las áreas científicas con mayor aplicabilidad productiva en el Brasil: competencias e interacciones con las empresas. *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, 45(82), 71–98. <https://doi.org/10.21678/apuntes.82.864>
- Campoverde, J., Carrillo, M. E., Jiménez Yumbla, J., Roldán Nariño, R., Loyola, D., & coronel-Pangol, K. (2022). Revisión de la literatura sobre logística inversa, sus aplicaciones y tendencias futuras. *Enfoque UTE*, 13(2), 31-47. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422022000200031](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422022000200031)
- Chiavenato, Idalberto, Sapiro, & Arão. (2016). *PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Fundamentos y aplicaciones Tercera edición*.

- Colombo, D. G. e., & Garcia, R. de C. (2021). The role of the academic relations of former graduate students in university-firm collaboration. *Journal of Technology Transfer*. <https://doi.org/10.1007/s10961-021-09881-2>
- CPCE (Centro de Políticas Comparadas de Educación). (2009). Benchmarking y cambio organizacional. *Boletín de Políticas 7-PPES*, 1(7), 1–24. <http://www.cpce.cl/boletin>
- Cruz, E. (2019). *PROPUESTA DEL PLAN DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO PARA EL GRUPO DE INVESTIGACIÓN CEMOS DE LA E3T*.
- David, F. (2003). *Conceptos de administración estratégica* (9th ed.).
- Delgado, L. E., Avendaño, B. L., Ayala, N., Barreto, I., Camelo, S. M., García, M., Moreno, J. H., Sánchez, V., Vargas, N. M., Meneses, A. L., & Vargas, C. (2019). METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DE LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN. In *Áreas de investigación y planificación estratégica para el desarrollo de líneas de investigación: fundamentación conceptual*. (pp. 34–45).
- Durán, J. (2005). El benchmarking en las organizaciones. *ORIGINALES*, 35(3), 122–129. <https://doi.org/10.1157/13071937>
- Durugbo, C. M., Amoudi, O., Al-Balushi, Z., & Anouze, A. L. (2021). Wisdom from Arabian networks: a review and theory of regional supply chain management. *Production Planning & Control*, 32(15), 1265-1281. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537287.2020.1796144>
- EEIE. (2020). *Plan estratégico de la actividad de investigación de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales*.
- Epicoco, N., & Falagario, M. (2022). Decision support tools for developing sustainable transportation systems in the EU: A review of research needs, barriers, and trends. *Research in Transportation Business & Management*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210539522000402>
- Farahani, R. Z., Lotfi, M. M., Baghaian, A., Ruiz, R., & Rezapour, S. (2020). Mass casualty management in disaster scene: A systematic review of OR&MS research in humanitarian operations. *European Journal of Operational Research*, 287(3), 787-819. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221720302198>
- Ferreira, J. C., Steiner, M. T. A., & Canciglieri Junior, O. (2020). Multi-objective optimization for the green vehicle routing problem: A systematic literature review and future directions.

Cogent Engineering, 7(1).  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23311916.2020.1807082>

- Ferreira, J. C., Steiner, M. T. A., & Junior, O. C. (2020). Guide to multi-objective optimization for the green vehicle routing problem. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 36(1). [https://www.scipedia.com/public/Ferreira\\_et\\_al\\_2020a](https://www.scipedia.com/public/Ferreira_et_al_2020a)
- Fescina, L., Santos, M., Tourinho, M., & Rodrigues, T. (2009). AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE UMA FACULDADE PARTICULAR DE PORTO VELHO. *V Congresso Nacional de Excelência Em Gestão, 1*, 1–19.
- Fuster, J. (2008). La planificación estratégica: una propuesta metodológica para gestionar el cambio en políticas de innovación educativa. *Revista Iberoamericana De Educación*, 46(1), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie4612013>
- García Ponce de León, O., de la Cruz, M., & Izquierdo, I. (2019). El prestigio científico de investigadores en la movilización del conocimiento. *EccoS – Revista Científica*, 49. <https://doi.org/10.5585/eccos.n49.13369>
- Garcia, R., Araújo, V., Mascarini, S., Santos, E. G., & Costa, A. R. (2019). How the benefits, results and Barriers of collaboration affect University engagement with industry. *Science and Public Policy*, 46(3), 347–357. <https://doi.org/10.1093/scipol/scy062>
- Garcia, S., Dolan, S., Durán, P., & Soler, C. (2003). *La dirección por valores* (1st ed.).
- Gardner, J., Rachlin, R., & Sweeney, H. (1986). Handbook of Strategic Planning. In *British Journal of Guidance and Counselling* (Vol. 14, Issue 2).
- Golpîra, H., Khan, S. A. R., & Safaeipour, S. (2021). A review of logistics internet-of-things: Current trends and scope for future research. *Journal of Industrial Information Integration*, 22, 100194. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X20300698>
- González, L., & Salcedo, N. (2020). *Diseño de una metodología para la formulación de un plan estratégico en grupos de investigación de la Universidad Industrial de Santander*. Universidad Industrial de Santander.
- Gray, D., Brown, S., & Macanufo, J. (2010). *Gamestorming* (1st ed.).
- Inamdar, Z., Raut, R., Narwane, V. S., Gardas, B., Narkhede, B., & Sagnak, M. (2020). A systematic literature review with bibliometric analysis of big data analytics adoption from period 2014 to 2018. *Journal of Enterprise Information Management*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEIM-09-2019-0267/full/html>

- Johnson, G., Scholes, K., & Whittington, R. (2006). *Dirección Estratégica* (Séptima). Pearson.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2020). Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 219, 179-194. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527319302038>
- Kaplan, R., & Norton, D. (2016). *El cuadro de mando integral. The balanced scorecard* (3rd ed.). Gestión 2000. <http://www.marcialpons.es/libros/el-cuadro-de-mando-integral/9788498754261/>
- Kekäle, J. (2018). Proactive strategic recruitment in research groups. *Tertiary Education and Management*, 24(2), 144–153. <https://doi.org/10.1080/13583883.2017.1407439>
- Kunttu, L., & Neuvo, Y. (2019). Balancing learning and knowledge protection in university-industry collaborations. *Learning Organization*, 26(2), 190–204. <https://doi.org/10.1108/TLO-06-2018-0103>
- Kuo, Y. H., & Kusiak, A. (2019). From data to big data in production research: the past and future trends. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 4828-4853. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2018.1443230>
- Lanza, G., Ferdows, K., Kara, S., Mourtzis, D., Schuh, G., Váncza, J., Wang, L., y Wiendahl, H. (2019). Global production networks: Design and Operation. *El Sevier* 68(2), 823-841. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007850619301659?via%3Dihub>
- Lee, C. H., Liu, C. L., Trappey, A. J., Mo, J. P., & Desouza, K. C. (2021). Understanding digital transformation in advanced manufacturing and engineering: A bibliometric analysis, topic modeling and research trend discovery. *Advanced Engineering Informatics*, 50. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034621001804>
- Li, C., Chen, Y., & Shang, Y. (2021). A review of industrial big data for decision making in intelligent manufacturing. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215098621001336>
- Maheshwari, S., Gautam, P., & Jaggi, C. K. (2021). Role of Big Data Analytics in supply chain management: current trends and future perspectives. *International Journal of Production Research*, 59(6), 1875-1900. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2020.1793011>

- Martín-Alcázar, F., Ruiz-Martínez, M., & Sánchez-Gardey, G. (2022). The performance of researchers in multidisciplinary research groups: does social capital matter? *International Review of Administrative Sciences*, 88(2), 337–354. <https://doi.org/10.1177/0020852320919487>
- Martínez, F. (1986). *Planeación estratégica creativa para la crisis*.
- Martos, R. (2009). Cultura Corporativa: Misión, Visión y Valores en la Gestión Estratégica de las empresas del sector de la Automoción en España [Universitat Politècnica de Catalunya]. In *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. <http://hdl.handle.net/2117/94094>
- Meyer, T. (2020). Decarbonizing road freight transportation—A bibliometric and network analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 89. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192092030804X>
- Miller, C. C., & Cardinal, L. B. (1994). STRATEGIC PLANNING AND FIRM PERFORMANCE: A SYNTHESIS OF MORE THAN TWO DECADES OF RESEARCH. *Academy of Management Journal*, 37(6), 1649–1665. <https://doi.org/10.2307/256804>
- Minciencias. (2019). *Tipología de productos*. [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo\\_4\\_tipologia\\_de\\_productos.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_4_tipologia_de_productos.pdf)
- Minciencias. (2021). *Grupo OPALO*. <https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000003690>
- MYKHYDA, S. P., CHERKASOV, V. F., YEZHOVA, O. V., ABRAMOVA, O. V., & MYRONENKO, N. V. (2020). Formation of Pedagogical University Students' Readness for Undergraduate and Graduate Research. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 12(1), 53–65. <https://doi.org/10.18662/rrem/199>
- Pan, S., Trentesaux, D., Ballot, E., & Huang, G. Q. (2019). Horizontal collaborative transport: survey of solutions and practical implementation issues. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 5340-5361. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2019.1574040>
- Pertuz-Peralta, V., Arias-Pérez, J., & Daza-Calier, Y. (2022). Knowledge sharing among academics: why organizational narcissism in higher education matters? *VINE Journal of*

- Information and Knowledge Management Systems*, 52(1), 141–157.  
<https://doi.org/10.1108/VJIKMS-03-2020-0044>
- Pinto, H., & Fernández-Esquinas, M. (2018). What do stakeholders think about knowledge transfer offices? The perspective of firms and research groups in a regional innovation system. *Industry and Innovation*, 25(1), 25–52. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1270820>
- Plieninger, T., Fagerholm, N., & Bieling, C. (2021). How to run a sustainability science research group sustainably? *Sustainability Science*, 16(1), 321–328. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00857-z>
- Posada-Arias, O., Avendaño-Ramírez, J., & Arias-Pérez, J. (2018). Intellectual Capital Management and University Research Group Performance: Mediating Effects of Machiavellianism and Organisational Narcissism. *Journal of Information and Knowledge Management*, 17(4). <https://doi.org/10.1142/S0219649218500478>
- Rajnoha, R., & Hadač, J. (2021). Strategic key elements in big data analytics as driving forces of IoT manufacturing value creation: A challenge for research framework. *IEEE Transactions on Engineering Management*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9577226/>
- Rapini, M. S., Chiarini, T., Bittencourt, P., & Caliari, T. (2019). The intensity of private funding and the results of university? Firm interactions: the case of Brazil. *Innovation and Management Review*, 16(2), 161–184. <https://doi.org/10.1108/INMR-11-2018-0088>
- Regueiro-Picallo, M., Rojo-López, G., & Puertas, J. (2020). A-CITEEC: a strategic research consortium for R&D&I and transfer of results in civil engineering and building. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(7), 1297–1310. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2020-0012>
- Retolaza, J., Torres, J., & San-jose, L. (2012). El Cuadro de mando integral en las entidades no lucrativas. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 14, 89–106. <https://xdoc.mx/documents/el-cuadro-de-mando-integral-en-las-entidades-no-lucrativas-5c3a49a441de9>
- Rodríguez-Lora, V., & Herrera-Caballero, J. M. (2021). Organizational learning in higher education institutions. Case study of a research group. *Revista Electronica Educare*, 25(3). <https://doi.org/10.15359/ree.25-3.3>
- Romero-Silva, R., & De Leeuw, S. (2021). Learning from the past to shape the future: A comprehensive text mining analysis of OR/MS reviews. *Omega*, 100. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048320307428>

- Rueda, A. (2014). *MEDICIÓN DEL CAPITAL INTELECTUAL EN LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES DE BUCARAMANGA Y SU ÁREA METROPOLITANA A TRAVÉS DEL MODELO INTELLECTUS*.
- Rueda-Barrios, G., & Rodenes-Adam, M. (2016). Factores determinantes en la producción científica de los grupos de investigación en Colombia. *Revista Espanola de Documentacion Cientifica*, 39(1). <https://doi.org/10.3989/redc.2016.1.1198>
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill. [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjt55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1943982](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjt55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1943982)
- Sahoo, S. (2021). Big data analytics in manufacturing: a bibliometric analysis of research in the field of business management. *International Journal of Production Research*, 1-29. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2021.1919333>
- Salamanca, M., Rivera, C., & Ciendúa, O. (2019). *FORMULACIÓN DE UN PLAN ESTRATÉGICO PARA EL LABORATORIO DE INGENIERÍA EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA APOYADO EN LA GUÍA PMBOK*.
- Sapiens Research. (2022). *Las mejores universidades de Colombia 2022 | U-Sapiens*. <https://www.srg.com.co/lasmejoresuniversidades-usapiens>
- Senabre Hidalgo, E., & Fuster Morell, M. (2019). Co-designed strategic planning and agile project management in academia: case study of an action research group. *Palgrave Communications*, 5(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0364-0>
- Sharma, R., Shishodia, A., Gunasekaran, A., Min, H., & Munim, Z. H. (2022). The role of artificial intelligence in supply chain management: mapping the territory. *International Journal of Production Research*, 1-24. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2022.2029611>
- Spendolini, Michael. (1992). *The benchmarking book*. Amacom. [https://books.google.com/books/about/The\\_Benchmarking\\_Book.html?hl=es&id=6HV4QgAACAAJ](https://books.google.com/books/about/The_Benchmarking_Book.html?hl=es&id=6HV4QgAACAAJ)
- Speranza, M. G. (2018). Trends in transportation and logistics. *European Journal of Operational Research*, 264(3), 830-836. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221716306713>

- Suryawanshi, P., & Dutta, P. (2022). Optimization models for supply chains under risk, uncertainty, and resilience: A state-of-the-art review and future research directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 157. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554521003112>
- Talalweh, M. (2019). El Cuadro de Mando como herramienta para el Control de Gestión. *Gestión Joven*, 20(3), 82–101. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7171258&info=resumen&idioma=ENG>
- Tkachenko, O., & Ardichvili, A. (2020). Critical factors impacting interdisciplinary university research teams of small size: A multiple-case study. *Team Performance Management*, 26(1–2), 53–69. <https://doi.org/10.1108/TPM-07-2019-0068>
- UIS. (2019). *Plan de Desarrollo Institucional UIS 2019-2030*.
- UIS. (2020). *Política de Investigación de la Universidad Industrial de Santander*. <https://uis.edu.co/wp-content/uploads/2022/06/politicasInvestigacion.pdf>
- Webometrics. (2022). *World | Ranking Web of Universities: Webometrics ranks 30000 institutions*. <https://www.webometrics.info/en/world>
- Zheng, T., Ardolino, M., Bacchetti, A., & Perona, M. (2021). The applications of Industry 4.0 technologies in manufacturing context: a systematic literature review. In *International Journal of Production Research* (Vol. 59, Issue 6, pp. 1922–1954). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824085>
- Zhu, Q., Bai, C., & Sarkis, J. (2022). Blockchain technology and supply chains: The paradox of the atheoretical research discourse. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 164. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554522002113>