

# Percepciones sobre innovaciones tecnológicas en el Ejército colombiano

Perceptions on technological innovations in the Colombian Army

Percepções sobre Inovações Tecnológicas no Exército colombiano

Anny Astrid Espitia Cubillos <sup>a\*</sup> | Jairo Andrés Agudelo Calderón <sup>b</sup> | Tatiana Ramírez Contreras <sup>c</sup>

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4791-0250> Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6331-7190> Ejército Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8631-2691> Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia

- **Fecha de recepción:** 2021-02-18
- **Fecha concepto de evaluación:** 2021-04-20
- **Fecha de aprobación:** 2021-04-23  
<https://doi.org/10.22335/rct.v13i2.1408>

**Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo:** Espitia, A.A., Agudelo, J.A., & Ramírez, T. (2021). Percepciones sobre innovaciones tecnológicas en el Ejército colombiano. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 13(2), 85-102. <https://doi.org/10.22335/rct.v13i2.1408>

## RESUMEN

Las Fuerzas Militares deben afrontar amenazas con estrategias que permitan el cumplimiento efectivo de sus misiones. Las herramientas tecnológicas presentan un papel importante para el planteamiento de estrategias, y su desarrollo e implementación es clave para el avance del Ejército colombiano. Por ello, este artículo presenta un estudio exploratorio para detectar las expectativas frente a las tendencias innovadoras a partir de las percepciones que tienen los miembros activos del Ejército. Se realizó una construcción de redes bibliográficas sobre temas generales de innovación e innovación tecnológica en las Fuerzas Militares, a partir de consultas en la base de datos Web of Science, para conocer la relación entre autores y palabras clave. Posteriormente, se elaboraron entrevistas a los directivos de las escuelas de formación del Ejército y a personas involucradas directamente con el proceso investigativo, y se encuestó a una muestra representativa de efectivos activos de la fuerza, lo que permitió comprender sus expectativas, incluyendo las diferentes perspectivas que tienen los miembros de la institución. Se concluye que todas las categorías estudiadas son importantes y no pueden ser eliminadas o agrupadas en otra u otras, además de que las relacionadas con la defensa de la comunidad y el territorio son las de mayor interés para los participantes del estudio.

**Palabras clave:** Ejército, innovación, tecnología, desarrollo tecnológico, innovación militar, percepción



\* Autor para correspondencia. Correo electrónico: [anny.espitia@unimilitar.edu.co](mailto:anny.espitia@unimilitar.edu.co)

## ABSTRACT

The military forces must face threats with strategies that allow the effective fulfillment of their missions. Technological tools play an important role in formulating strategies, and their development and implementation are key to the advancement of the Colombian army. Therefore, this article presents an exploratory study to detect expectations regarding innovative trends based on the perceptions of active members of the army. A construction of bibliographic networks on general topics of innovation and technological innovation in the armed forces was carried out from the query in the Web of Science database, to know the relationship between authors and keywords. Subsequently, interviews were carried out with the directors of the army training schools and people directly involved with the scientific research process, and a representative sample of active members of the force was surveyed, allowing us to understand their expectations, including the different perspectives that the institution members have. It is concluded that all the studied categories are important and cannot be eliminated or grouped into other(s); in addition, those related to the defense of the community and the territory are of the greatest interest to the study participants.

**Keywords:** Colombian Army, technology, innovation, technological development, military innovation, perception

## RESUMO

As Forças Militares devem enfrentar ameaças com estratégias que permitam o cumprimento efetivo de suas missões. As ferramentas tecnológicas desempenham um papel importante no planejamento de estratégias, e seu desenvolvimento e implementação são fundamentais para o avanço do Exército colombiano. Por esse motivo, este artigo apresenta um estudo exploratório para detectar expectativas em relação as tendências inovadoras a partir da percepção de membros ativos do Exército. Foi realizada uma construção de redes bibliográficas sobre temas gerais de inovação tecnológica nas Forças Militares, a partir de consultas na base de dados Web of Science, para conhecer a relação entre autores e palavras-chave. Posteriormente, foram realizadas entrevistas com os diretores das escolas de treinamento do Exército e pessoas diretamente envolvidas no processo investigativo, e foi levantada uma amostra representativa dos membros ativos da força, o que nos permitiu entender suas expectativas, incluindo as diferentes perspectivas que têm os membros da instituição. Conclui-se que todas as categorias estudadas são importantes e não podem ser eliminadas ou agrupadas em uma ou mais outras, além do fato de que aquelas relacionadas à defesa da comunidade e do território são as de maior interesse para os participantes do estudo.

**Palavras-chave:** Exército, inovação, tecnologia, desenvolvimento tecnológico, inovação militar, percepção

El concepto *innovación* es utilizado en gran variedad de ámbitos, dependiendo el campo de aplicación; este puede generalizarse como un avance o mejora a determinada tecnología para que cumpla con el objetivo para la cual fue diseñada (Uribe Gómez, 2019). La innovación implica un trabajo creativo y sistemático que permite el desarrollo de conocimiento científico proyectado a las prácticas de este. Cuando se habla específicamente de innovación tecnológica se trata de la transformación de una idea en un producto que, introducido en un mercado, produzca un efecto en la sociedad (Hinarejos & de la Peña, 2017).

Los procesos de innovación y transformación en todas las instituciones acarrear diferentes retos que deben ser superados para lograr el alcance de los objetivos y obtener beneficios que permitan estar dentro de las tendencias del mundo hoy por hoy. Las instituciones del sector defensa de las naciones no son la excepción, debiendo afrontar transformaciones en todos los aspectos para lograr mantener la seguridad de los territorios, modificando estrategias y adaptándose a los nuevos desafíos que se les presenten.

Los aspectos relacionados con la tradición en la jerarquía o en los procesos formativos detienen las innovaciones

debido, en mayor proporción, a que estos tienen un gran impacto en la organización; sin embargo, la práctica demuestra que la evolución tecnológica y doctrinal de los ejércitos se produce incluso de un modo revolucionario (Cebollero Martínez, 2019).

En el ámbito de la *innovación militar* se encuentran múltiples definiciones que sin embargo, según Jordan (2017), comparten tres elementos esenciales que componen el término: el cambio en el modo de operación de las fuerzas militares, exceptuando las reformas administrativas; el impacto o alcance, el cual es generalmente significativo; y el hecho de que toda innovación conlleva un incremento sustancial en la eficacia de las fuerzas militares, sin ser relevantes los resultados contraproducentes que se puedan generar a partir de ella. Por su parte, Fojón (2019) menciona que con los avances tecnológicos que alcanza una sociedad para defenderse de ataques no solo evolucionan las naciones, sino también la guerra. Los planificadores militares diseñan operaciones en las que se aprovechan eficazmente la tecnología, los nuevos dominios en el espacio exterior, el espectro electromagnético y el ciberespacio, haciendo reevaluar los conceptos operativos, los recursos disponibles y la forma en que se usan las habilidades.

La innovación militar surge a partir de varios aspectos que han sido mencionados por diferentes autores (Jordan, 2017), tales como: la competencia inter-ejércitos, entre especialidades o unidades, y ante recursos limitados; las variaciones en la gran estrategia de las naciones, promovidas por el establecimiento político; las nuevas necesidades y capacidades; los elementos culturales que influyen en la sociedad y consecuentemente en las fuerzas armadas; y los procesos organizacionales que lideran la gestión del conocimiento, entre otros. Un resultado de estos nuevos sistemas es la autonomía obtenida actualmente por las armas operadas por computadoras, que plantea retos morales y éticos dentro de las decisiones políticas y sociales (Fojón, 2019).

Sin embargo, la generación de los proyectos de innovación va de la mano con la percepción de la necesidad de cambio requerido en todas las direcciones de la organización, siendo necesaria una innovación basada en proyectos con características específicas y dirigidas, integrales, sostenidas e implantadas, con el propósito de optimizar la utilización de los recursos y lograr transformaciones donde sea posible, así como una adaptación en el ámbito restante (Cebollero Martínez, 2019). Lo anterior también es afirmado por Haun (2020), quien menciona

que una nueva amenaza sobre la seguridad de un país es un impulso inicial para los servicios militares y que estos adicionalmente pueden agruparse formando alianzas cuando la política interna, la autonomía y los presupuestos se ven amenazados, cambiando su doctrina y transformándose según sus necesidades. Sin embargo, estas innovaciones resultantes pueden ser inestables cuando los servicios iniciales retornan a sus doctrinas en función de su autonomía, por lo que el autor señala las adversidades en relación con las barreras burocráticas que deben ser tenidas en cuenta cuando se trata de avances tecnológicos. Por todo esto resulta de importancia identificar tales necesidades de cambio como punto de inicio para diseñar proyectos de investigación y desarrollo en las fuerzas armadas, como forma de permitir la adaptación al entorno dinámico que afrontan.

A pesar de ello, nuestras fuerzas militares (FF. MM.) no reciben la atención que se debe desde la academia. Según Behar (2018), el gasto militar en innovación y desarrollo de nueva tecnología, al menos en Colombia, no ha sido sustancial, y prueba de ello es la insuficiente literatura que se encuentra sobre este tema, a pesar de que se hallan avances por parte de empresas públicas del sector defensa como la CIAC, Indumil, Cotecmar y Codaltec. Anteriormente, en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, implementado por el Ministerio de Defensa Nacional, se estructuraban programas que generalmente obedecían solamente al interés de los combatientes a nivel táctico en diversas unidades militares, y no como una estrategia institucional; en consecuencia se creó la Dirección de Gestión de Información y Tecnología, cuyo propósito es gestionar actividades de investigación e innovación dentro de las FF. MM. y emplear toda la capacidad científica y empresarial que fomente proyectos relacionados con defensa y seguridad, con el objetivo de aumentar las exportaciones y fomentar la creación de nuevos empleos en el país (Ariza, 2017; Comando de Transformación Ejército del Futuro, 2018).

Las tendencias en el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica llevados a cabo en los ejércitos del mundo están evolucionando a un ritmo acelerado, al punto que la permanente innovación en el área de la informática permite pronosticar que en las próximas dos décadas la revolución en áreas como la robótica o la ciberseguridad puede ser potencializada y acelerada en las organizaciones militares modernas (Blessing, 2020; Espitia et al., 2020). O'Hanlon (2019) define cuatro categorías en las cuales se organizan estos avances militares: la primera se relaciona con los sensores, la segunda

comprende las computadoras y las comunicaciones, la tercera involucra las plataformas de armas y, por último, se encuentran otras armas y tecnologías clave. Dentro de estas categorías generales se despliegan 39 subcategorías entre las que se incluyen las capacidades cibernéticas de defensa y ofensiva, así como el internet de las cosas o el *big data*, que sin lugar a duda son áreas en las que los investigadores han profundizado en los últimos años. Por ejemplo, se puede citar la reciente investigación presentada por Utomo y Darma (2020) sobre optimización de la información y de la comunicación interna a través del uso de una aplicación relacionada con la revolución industrial 4.0, la cual impacta directamente al sistema de defensa de Indonesia desde su gestión interna. También se han encontrado adelantos en áreas como armas, nanomateriales, dispositivos o sustancias para el mejoramiento de las capacidades humanas, e impresión 3D, que marcan las tendencias de la industria militar.

Por otro lado, en la revisión de patentes presentada por Gómez (2018) se muestran las tendencias en Colombia durante los años 1991-2013, donde se destacan categorías como la generación de energía a través de fuentes renovables, preparación o tratamiento de alimentos o productos alimenticios, y preparaciones medicinales que contienen ingredientes activos orgánicos, entre otros, que pueden ser aplicados al sector defensa y que son presentados por entidades privadas o públicas. Aunque las tendencias a nivel nacional no concuerdan con las tendencias mundiales presentadas por O'Hanlon (2019), estas probablemente pueden ser tenidas en cuenta para la categorización de las directrices en innovaciones militares futuras. Al respecto, Espitia et al. (2019) presentan una revisión de los boletines oficiales del sector de defensa sobre la actividad inventiva y de patentes, donde se muestra que los avances con mayor desarrollo en el país se encuentran en las áreas de nanosatélites, vehículos aéreos no tripulados (drones) y dispositivos para la detección y activación de artefactos explosivos.

Algunas de estas publicaciones reflejan los estados actuales de las innovaciones a nivel global, mostrando incluso el camino por el que las organizaciones proyectan su desarrollo y sus avances tecnológicos. No obstante, la percepción que se tiene en este ámbito, desde las organizaciones a nivel nacional, varía según la complejidad en la integración de los procesos, así como las misiones, las necesidades y las dinámicas que frecuentemente están cambiando dentro y fuera de la organización.

Situaciones de naturaleza similar se han observado en naciones como Reino Unido, donde se adquirió un submarino con misiles balísticos que ha generado sobrecostos en la preparación del personal encargado de su funcionamiento, además de que actualmente esta nación presenta un déficit de personal del 26%, sin contar el que tiene respecto a personal con habilidades en toma de imágenes, dominio de idiomas y elaboración de mapas, entre otros, reportando la mayor escasez en una década. Contraria situación ocurre en India, donde el 70% de los activos militares son importados, a pesar de que se presentan sobrecostos por la dependencia que tienen los fabricantes de los equipos extranjeros, razón por la cual se sobrecargan los canales de suministro y mantenimiento cuando se ingresa una nueva capacidad (Mc Grath et al., 2019).

Reconocer este tipo de falencias, por parte de los miembros activos de las organizaciones militares, es vital para desarrollar nuevas aplicaciones que permitan preparar a las instituciones a fin de responder a una industria 4.0 y afrontar desafíos de manera más responsable, con herramientas de información en tiempo real y evaluación de diferentes escenarios que faciliten un mejor desempeño en el mundo real. Lo anterior se ha visto reflejado en los conceptos operativos empleados para incorporar el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, así como en la formación de una red común de procedimientos y fuerzas que participan en operaciones, creada en países como Estados Unidos (Network Centric Warfare, NCW) y Reino Unido (Network Enabled Capability), que involucra el ejercicio normal de las organizaciones y de sus miembros, programando de este modo una conciencia que combina sensores sincronizados para optimizar la toma de decisiones, tanto como para mejorar el avance, la letalidad y la supervivencia de las FF. MM. en las operaciones (Fojón, 2019).

Saber hacia dónde dirigir los objetivos, y con ellos las inversiones, requiere cambios, no solo de las tecnologías, sino de las doctrinas y las ideas dentro todas las dependencias de las instituciones militares, además de la colaboración entre el Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea para saber elegir las inversiones y las capacidades requeridas, dependiendo de las formas de adaptación y las necesidades de un mundo en constante cambio (Mc Grath et al., 2019). Las naciones desarrollan en este sentido innovaciones tecnológicas de acuerdo con sus oportunidades y necesidades, como se muestra en un artículo publicado por La Nación (2020), donde se recopilan tecnologías como uniformes de camuflaje para soldados,

aeronaves, barcos, aviones controlados por robot, armas sónicas y drones de bolsillo para reconocimiento de terreno, entre otros.

En Colombia, desde 2011, el Ejército Nacional ha desarrollado procesos de transformación militar multivisión, con el objetivo de implementar herramientas para afrontar los desafíos actuales y formular planes de acción institucional. El Comando de Transformación del Ejército (COTEF) presentó un estudio en el que se consultó a integrantes de la Fundación Ideas para la Paz (FIP) y del propio COTEF, en todos los niveles operativos, con el propósito de identificar la percepción del personal militar sobre su proceso de transformación en la institución. Se realizó una encuesta para cuantificar la percepción de los integrantes a través de cinco variables que surgieron de experiencias propias y de otros países; también, mediante un taller conversacional se discutieron temas de la visión 2030 sobre pertinencia y efectividad de una nueva estructura en el Estado Mayor del Ejército Nacional, donde se identificaron doce amenazas que tuvieron influencia en los procesos de transformación de años anteriores. En primer lugar se encontró el narcotráfico, seguido por el terrorismo y las fronteras inestables (compárense estas amenazas con las presentadas por la OTAN, a partir de un estudio en once países que mostró como prioritarias las ciberamenazas, seguidas por la crisis económica y el terrorismo); además, las entrevistas y discusiones señalaron la importancia de temas como el financiamiento y la influencia de la vida civil en los procesos de transformación, así como la inclusión de diferentes instituciones gubernamentales y civiles para construir un conocimiento integral y lograr no solo la adquisición de nueva tecnología, sino la invención de la misma aplicada a las necesidades y condiciones específicas del país (Comando de Transformación Ejército del Futuro, 2018).

## ■ Metodología

### a. Diseño

i. Enfoque: mixto de entrevistas (cualitativo) y encuestas (cuantitativo).

ii. Alcance de la investigación: exploratorio (en la construcción de las redes bibliográficas) y descriptivo (en el análisis de las respuestas recabadas mediante entrevistas y encuestas).

iii. Diseño: experimental transversal.

### b. Participantes o muestra

Las entrevistas fueron realizadas a directivos o administrativos de las distintas escuelas de formación con las que cuenta el Ejército en Bogotá; en total se incluyeron seis participantes de una muestra por conveniencia y las entrevistas se realizaron en las instalaciones de cada una de las dependencias de los entrevistados, durante el segundo semestre de 2020, sin la presencia de superiores o subordinados, evitando así sesgos en las respuestas.

La encuesta se aplicó a 405 efectivos del Ejército, sin discriminar el papel que desempeñan dentro de la institución, logrando así sobrepasar el tamaño de muestra calculado (383 personas) para una población infinita (superior a 100 000 individuos), con un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%.

### c. Instrumentos

La entrevista constó de un cuestionario estándar de quince preguntas, y cada conversación fue grabada y analizada posteriormente. La encuesta con respuestas múltiples se realizó por medio de un cuestionario de Google Forms, enviado por medio de los docentes de las escuelas de formación y capacitación, quienes lo compartieron a sus estudiantes, y estos la difundieron a su vez con más colaboradores dentro de la comunidad militar.

### d. Procedimiento

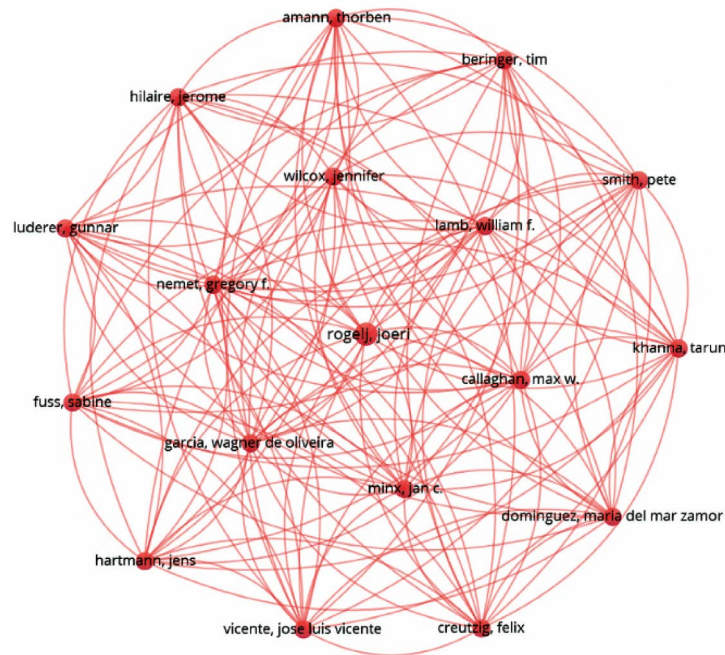
Se realizó el análisis bibliográfico de artículos científicos de los últimos cinco años, que se encuentran en la base de datos de Web of Science: en primera instancia, se realizó la búsqueda de documentos sobre innovación en términos generales, y posteriormente se hizo una búsqueda específica con textos sobre avances tecnológicos en las fuerzas militares de diferentes países. La búsqueda de artículos científicos se llevó a cabo en inglés y español, utilizando como palabras clave innovación o *innovation*; así mismo, se filtró la búsqueda solamente para áreas de tecnología, medicina, administración y política, resultado de la clasificación en la categoría del área de conocimiento en ciencias sociales y humanas. Los análisis bibliográficos se realizaron usando la herramienta Vosviewer, filtrando posteriormente solo el tema de innovación para el sector defensa.

Con la información encontrada en las bases de datos bibliográficas, según la adaptación de las categorías de innovación tecnológica militar propuesta por Espitia et al. (2020), se elaboró tanto el guion de las entrevistas como el formulario de las encuestas, los cuales fueron validados por expertos de manera previa a su aplicación.



**Figura 2**

*Análisis bibliográfico de los autores de documentos relacionados con el tema innovación*

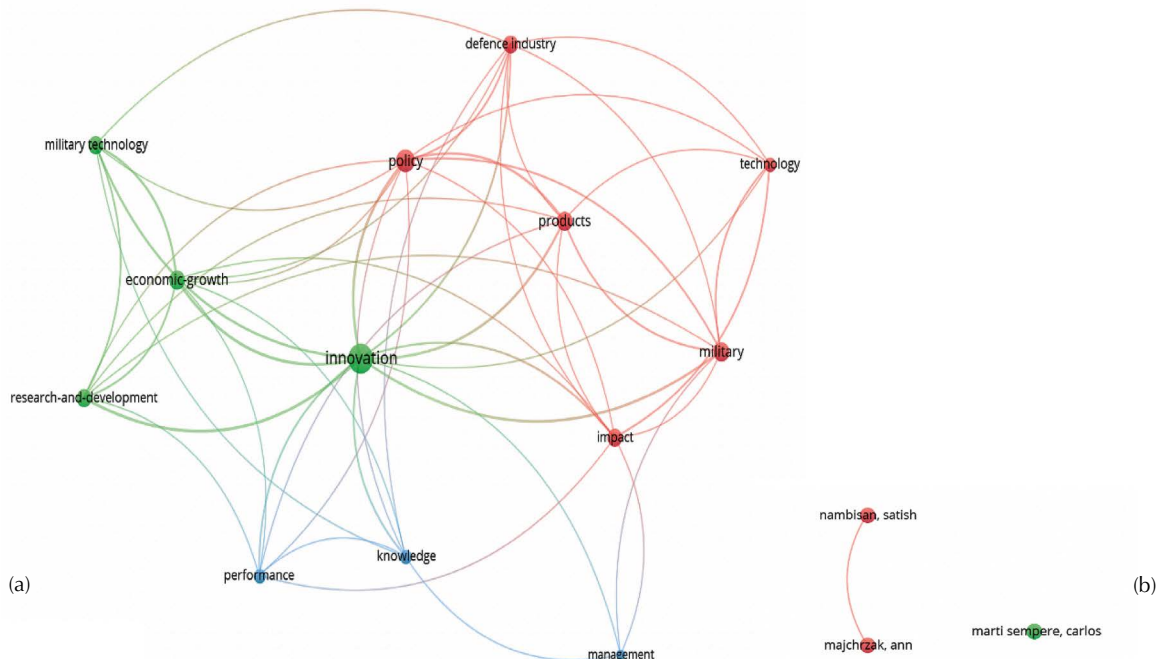


El vínculo y la proximidad entre los autores de la figura 2 muestran que el escritor Joeri Rogelj se encuentra en la mitad del nodo y se relaciona con los otros 23 autores de los documentos con mayor concurrencia; sin embargo, solo 6 de ellos están ubicados más cerca de este autor, es decir que su relación es más estrecha.

Esto difiere de lo encontrado en la figura 3(b), donde solo se relacionan dos autores en un nodo con coautoría, mientras el tercero se ubica a cierta distancia de los dos anteriores, lo que implica que no hay conexión entre estos, a pesar de que el peso de los tres es el mismo.

**Figura 3**

*Análisis bibliográfico de los documentos relacionados con la innovación militar*

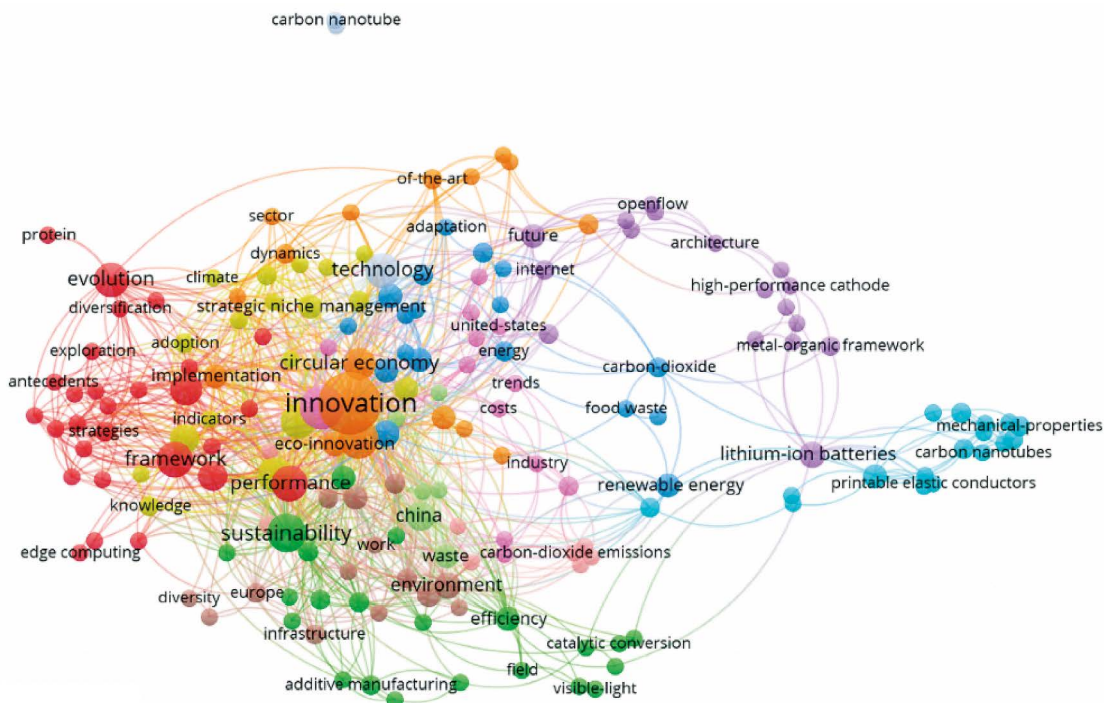


Nota. (a) concurrencia mínima de 2 palabras claves; (b) concurrencia de autores.

En la red de la figura 4 se muestran nodos de conceptos que se encuentran cercanos entre sí, en los que su posicionamiento indica que están fuertemente relacionados, mientras que los nodos de color violeta y celeste se encuentran lejanos, es decir que tienen una conexión débil. El tamaño de los nodos es representado por el peso que

define la intensidad de las asociaciones entre las parejas de las unidades de análisis, observándose que el mayor peso corresponde a las palabras que tienen mayor frecuencia dentro de los textos analizados. A través de este análisis se captaron las tendencias actuales y los temas emergentes que se presentan en la literatura sobre innovación.

**Figura 4**  
Análisis bibliográfico de los documentos relacionados con innovación



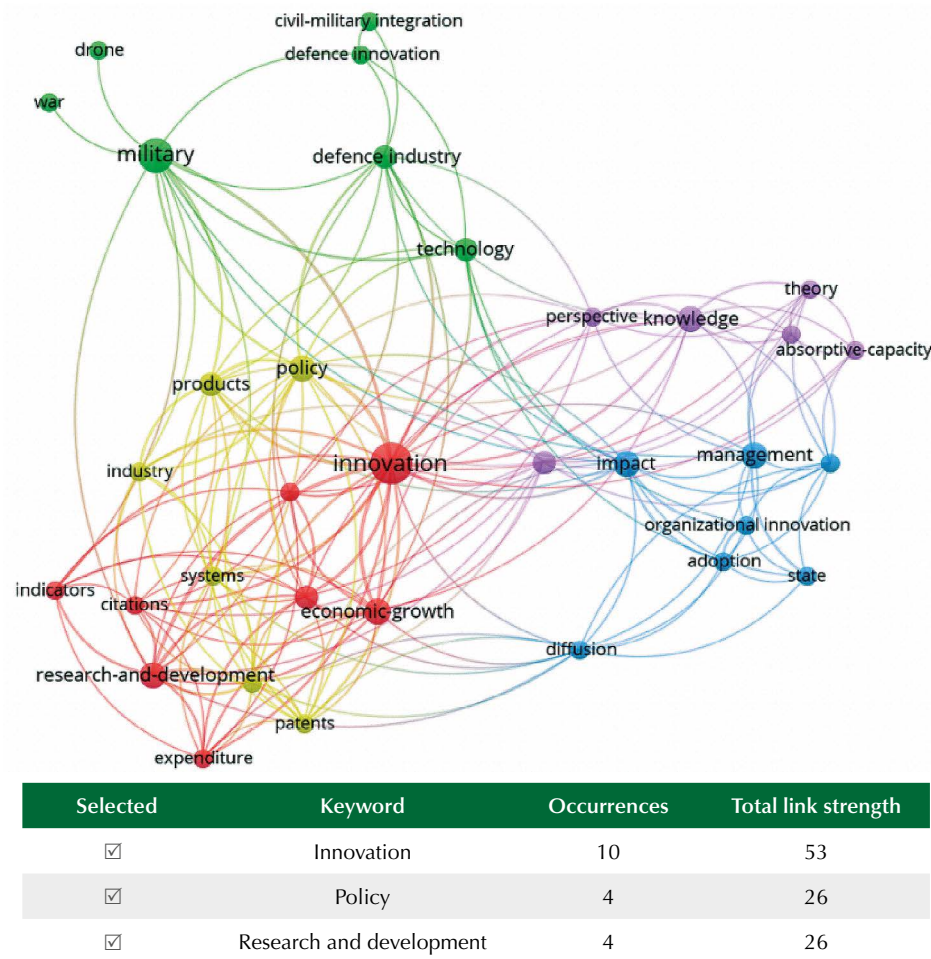
Selected	Keyword	Occurrences	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	Innovation	27	130
<input checked="" type="checkbox"/>	Management	13	75
<input checked="" type="checkbox"/>	Sustainability	10	69
<input checked="" type="checkbox"/>	Systems	11	56
<input checked="" type="checkbox"/>	Framework	9	52
<input checked="" type="checkbox"/>	Policy	8	47
<input checked="" type="checkbox"/>	Performance	9	43
<input checked="" type="checkbox"/>	Circular economy	7	42

Se encontraron 30 documentos relacionados con innovación en el ámbito militar, que fueron analizados por la concurrencia de dos palabras clave, encontrando concordancias en 35 palabras (figura 5). Con un filtro de 3 concurrencias este número se reduce a 13 conceptos.

Los términos de *innovación*, *política* e *investigación y desarrollo* son los más frecuentes, por lo que se concluye que estas temáticas constituyen las tendencias más relevantes en investigación a este nivel.



**Figura 5**  
Análisis bibliográfico de la concurrencia de palabras clave en artículos sobre innovación militar



El número de nodos en los documentos de innovación militar es inferior al que se encontró en la revisión de documentos generales (figura 4), además de que la proximidad de los nodos no es demasiada, lo que significa que la conexión entre ellos no es tan fuerte como la que se presenta en la figura 4. Cabe anotar que el nodo verde está constituido por términos netamente militares, los cuales relacionan directamente el documento con las innovaciones militares en los ámbitos de defensa, integración civil-militar e incluso drones, mientras que los otros nodos tienen términos relacionados con administración, economía, patentes, impacto, productos y política, entre otros. En la figura 4 no se encuentra un nodo con un tema militar específico; sin embargo, todos los nodos están conectados con el término innovación.

Con respecto a la concurrencia de autores, en los textos específicos sobre innovación militar se encuentran solo tres investigadores, lo cual refuerza la idea de que en el ámbito militar no es relevante reportar avances tecnológicos y no

muchos autores se dedican a esta área del conocimiento, en comparación con autores que trabajan en el área de la innovación en otras áreas, quienes presentan redes más grandes, razón por la cual el área de innovación militar constituye un nicho adecuado para investigaciones futuras.

**Entrevistas**

La tabla 2 muestra la ponderación promedio brindada por los entrevistados, con respecto a la importancia de las categorías adaptadas de Espitia et al. (2020). Según los participantes, la innovación para el área de defensa es fundamental, pues es acorde con la misión del Ejército. Así mismo, consideran importante lograr avances a nivel de información, aeronaves, entrenamiento, ciberseguridad, logística, comunicaciones, ambiente, energía, desminado, vehículos, instalaciones y vestuario, y en menor media para armas, materiales, robots y submarinos, en la medida en que el uso de estos últimos es una labor de la Armada, ya que el Ejército solo ejecuta misiones en ríos, no en mares.

**Tabla 1**

*Promedio de la ponderación dada por los participantes de las entrevistas*

Categoría	Ponderación
Aeronaves	4.8
Armamento	4.4
Ciberseguridad	4.8
Comunicaciones	4.8
Defensa	5
Desminado	4.6
Energía	4.6
Entrenamiento y capacitación	4.8
Información	4.8
Instalaciones	4.6
Logística	4.8
Materiales	4.2
Ambiente	4.6
Robots	4
Submarinos	3.4
Vehículos	4.6
Vestuario	4.6

En las entrevistas se encontraron respuestas similares en ciertos aspectos, las cuales determinan las perspectivas de los directivos y administrativos que desempeñan actividades en las escuelas de formación de efectivos del Ejército. El éxito del posacuerdo involucra diferentes parámetros y acciones que lleven a los excombatientes de las Farc a encontrar nuevas oportunidades de vida lejos de la guerra; en ese sentido, todos los participantes de las entrevistas coinciden en que las innovaciones tecnológicas son importantes para el alcance del objetivo principal del posacuerdo, al tiempo que consideran que las FF. MM. incursionan en la enseñanza y creación de proyectos que permiten el desarrollo de avances tecnológicos que benefician al país, aunque muchos de estos no llegan a materializarse ni logran producirse en masa para toda la institución, si bien existe la voluntad por parte de las directivas en la incursión en este ámbito. La mayoría de los entrevistados mencionan que las herramientas tecnológicas son fundamentales para la reconstrucción del tejido social en las zonas del posconflicto; sin embargo, el resto de los participantes cree que se debe priorizar como primera medida la protección del soldado, para que luego las tropas puedan brindar la seguridad a la comunidad.

Con respecto a los impactos que generan dichos avances tecnológicos, las decisiones están divididas. Solamente dos de los participantes consideran que los ámbitos social, económico y ambiental no deben de ser priorizados, sino que, por el contrario, cualquier innovación tecnológica debe tener la misma importancia, dependiendo, en gran medida, del tipo de misión para la cual es creado el avance; el resto menciona que el ámbito social debe de tener más relevancia, debido a que la misión del Ejército es dar servicio a la comunidad.

Por otro lado, existen diversas opiniones entre los entrevistados respecto a las tendencias de innovación en las que incursiona actualmente el Ejército, entre las cuales se encuentran la ciberdefensa, las herramientas de gestión administrativa, el equipamiento de soldado, los simuladores en juegos de guerra y entrenamiento, los sistemas de control de mando y de toma de decisiones, además de cuestiones relacionadas con el ambiente y la seguridad de fronteras, así como las soluciones a los problemas de narcotráfico, voladura de oleoductos, cultivos ilícitos y minería ilegal.

En la aplicación de los avances tecnológicos ya desarrollados se presenta información acerca de la red de bibliotecas en zonas apartadas, donde se encuentran manuales de utilidad para los efectivos, así como referencias a botas antiminas desarrolladas dentro de la institución, bancos de pruebas de mantenimiento aeronáutico e incursión en investigaciones en leishmaniasis y mal de Chagas, los cuales son objetivos principales para salvaguardar la salud de los combatientes; sin embargo, hay concordancia en que no se da continuidad a ciertos prototipos y que los mismos no se adelantan rápidamente, lo que conduce a la pérdida de importancia al momento en que se van a implementar, pues ya no dan solución a la necesidad para que la que fueron creados.

Respecto a la doctrina que se aplica actualmente en las escuelas de formación de las FF. MM., los directivos de las escuelas mencionan que estas se encuentran en el camino correcto de implementación de la doctrina Damasco y de fortalecimiento de los grupos de investigación; sin embargo, los participantes que no aparecen directamente relacionados con la dirección de estos centros de educación señalaron, entre otras cosas, la falta de motivación y la aplicación de una doctrina arcaica con líneas de investigación que no apuntan a los objetivos del Ejército, debido a que no son prioridad dentro de las políticas de la institución. No obstante, cabe anotar que el mismo Ejército cuenta con un mecanismo para que cualquier

efectivo que tenga una idea pueda desarrollarla de acuerdo con el conducto regular establecido (convocatorias y grupos de investigación).

Se evidencia también que el desarrollo de proyectos de innovación está regido por cuestiones políticas. Aunque varios entrevistados no dieron su opinión, la mayoría mencionó que las categorías de defensa, capacitación y entrenamiento, aeronaves, vehículos e instalaciones están vinculadas con los intereses gubernamentales de los altos mandos de la institución; adicionalmente, señalaron que los recursos asignados para el desarrollo de estos avances son determinados por los mismos mandos. Finalmente, las temáticas de las convocatorias realizadas para los grupos de investigación también tienen normativas políticas pensadas exclusivamente para ciertas categorías y para la asignación de los recursos económicos.

En este orden ideas, los participantes manifiestan que para mejorar en el desarrollo de avances tecnológicos para su beneficio en el cumplimiento de las misiones, el Ejército debe incursionar más en temas de simulación, defensa y desminado, evaluando las políticas restrictivas de las entidades e invirtiendo en laboratorios avanzados para el testeo de prototipos; además, se debe establecer como

prioridad la investigación dentro de la política de las escuelas, por medio de una normativa con más inversión. Cabe anotar que, dentro de la misión del Ejército, no se incluyen la investigación y la ciencia como parte fundamental de la institución, en tanto no son objetivos estratégicos; sin embargo, los participantes concuerdan en que la institución tiene todo el potencial y el recurso humano para desarrollar muchas innovaciones que atiendan a las necesidades que se les presentan en el cumplimiento de sus misiones.

**Encuestas**

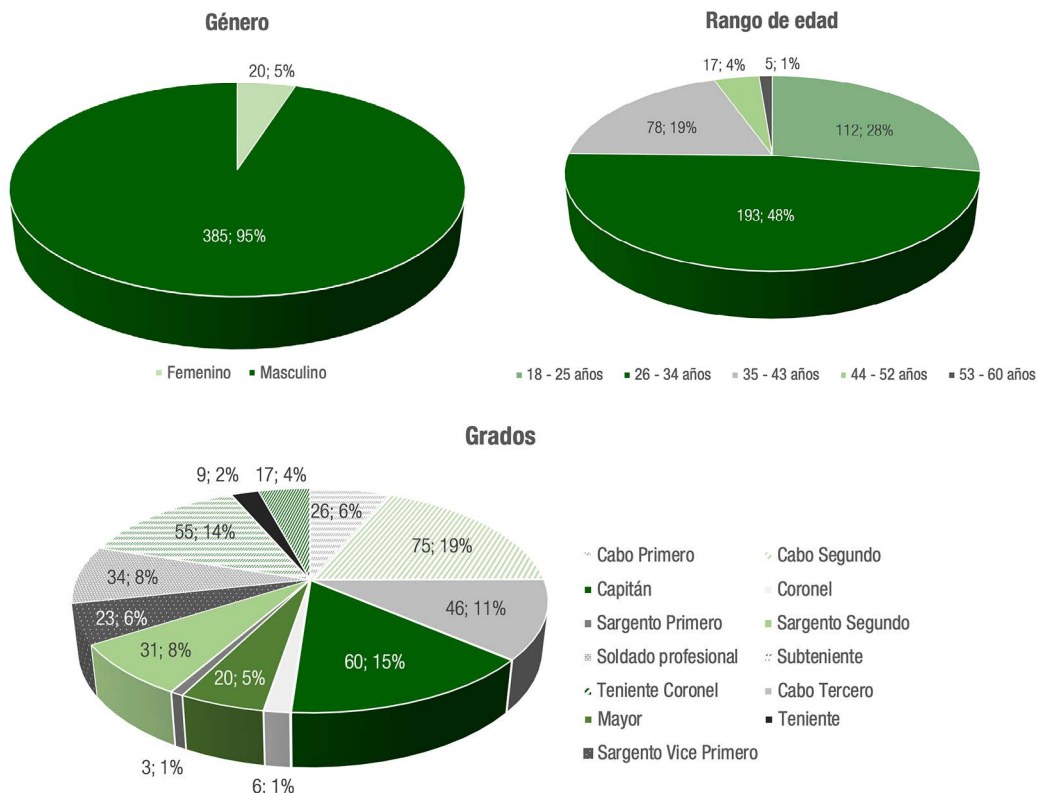
*Caracterización de la muestra*

La muestra de la encuesta realizada al personal perteneciente a las FF. MM. se evalúa en la figura 6.

En la encuesta realizada para esta investigación, tan solo el 5% de la muestra corresponde a mujeres y el 95% restante a hombres, probablemente debido a la distribución real del Ejército, en donde la participación femenina es baja, si bien ha venido incrementando desde su ingreso a las escuelas de formación como oficiales de arma desde 2009 (previamente las mujeres solo participaban como oficiales y suboficiales administrativos).

**Figura 6**

*Caracterización de la población encuestada según sexo, edad y grado militar.*



Por otro lado, la mayoría de los encuestados (48%) tienen entre 26 y 34 años, si bien se contó con la participación de personal con edades entre los 18 y 60 años.

También participaron representantes de oficiales desde el grado de subteniente hasta coronel, que en conjunto abarcan el 41% de la muestra, y suboficiales de los grados cabo tercero hasta sargento primero, que representan el 51% de los encuestados, mientras que el 8% restante corresponde a soldados profesionales. Este comportamiento corresponde a la manera en que se aplicó la encuesta (descrita en la metodología del estudio), resultando como conclusión que la muestra no posee las mismas características del universo estudiado, en donde la mayoría de los miembros son soldados profesionales.

Por lo anterior, resultar útil para estudios futuros segmentar la muestra de acuerdo con el arma al que pertenecen, para lograr un alcance mayor con opiniones que abarquen distintas aristas.

#### *Análisis de las respuestas*

Inicialmente, en la encuesta se presentaron las categorías y sus respectivas definiciones a modo de orientación, para que las personas escribieran deliberadamente sus ideas o necesidades de innovaciones tecnológicas dentro de la institución. Al ser una pregunta abierta no se obtuvo respuesta por parte de todos los participantes; sin embargo, las definiciones, número de ideas o necesidades reportadas se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Ideas o necesidades reportadas por los encuestados relacionadas con las categorías principales del estudio*

Categoría	Definición	Total, ideas y/o necesidades reportadas
Aeronaves	Vehículos de navegación aérea	33
Armamento	Dispositivos propulsores de proyectiles a corta y larga distancia, incluyendo autopropulsados	82
Ciberseguridad	Protección de la infraestructura computacional y de los servidores del Gobierno y el Ejército	26
Comunicaciones	Elementos que facilitan la comunicación entre individuos, generalmente diseñados para no ser intervenidos por el enemigo	44
Defensa	Todo elemento que provea defensa al conjunto militar de una nación (elementos de control de incendios, antibombas, antidrones, protección contra vehículos no tripulados, radares antimisiles, antiexplosivos)	15
Desminado	Dispositivos que eliminan y/o detectan minas terrestres	31
Energía	Elementos para generar y conservar energía en zonas de guerra o cuando la misión lo requiera	30
Entrenamiento y capacitación	Innovaciones que facilitan los procesos de enseñanza-aprendizaje de los soldados	75
Información	Todo aquel objeto que permita obtener información de manera eficaz (software de batalla, elementos de vigilancia, cámaras, sensores)	28
Instalaciones	Elementos que permiten la mejoría de las instalaciones en zona de guerra o zona de campaña	35
Logística	Soporte para el desplazamiento de personal y elementos a zonas de combate y abastecimiento de unidades / Procedimientos que permiten la atención de requerimientos permanentes y emergencias	45
Materiales	Elementos que son modificados para determinado fin, mejorando ciertas características ya existentes	23
Ambiente	Instrumentos o entrenamientos que apoyen la conservación o recuperación del ambiente	24
Robots	Entidad virtual o mecánica artificial	11
Submarinos	Navío capaz de sumergirse bajo la superficie del océano	6
Varios	Otros temas no incluidos en las categorías anteriores	8
Vehículos	Vehículos de: combate, reconocimiento, transporte de tropa, mando y control, e inteligencia	51
Vestuario	Elementos de protección personal del soldado que son modificados para su beneficio	21

Esta recopilación de la información permitió identificar las categorías que despiertan mayor interés entre los encuestados, correspondientes al 50.5% del total reportado, a saber, en su orden: armamento, entrenamiento y capacitación, vehículos, logística y comunicaciones.

En adición, se analizó la afectación que puede existir en cada una de las categorías usadas frente a los *stakeholders* de las FF. MM., cuyos resultados promedio se muestran en la tabla 3, encontrando que las categorías que más afectan a las partes interesadas son: desminado, instalaciones, comunicaciones, entrenamiento y capacitación, submarinos, materiales, aeronaves y energía.

**Tabla 3**

*Afectación detectada de las categorías sobre los stakeholders de la FF. MM*

Categoría	Promedio	Desviación
Aeronaves	3.95714286	0.19003252
Armamento	3.64285714	0.17437032
Ciberseguridad	3.28571429	0.16760519
Comunicaciones	4.2	0.17807624
Defensa	3.68571429	0.16572132
Desminado	4.77142857	0.18224633
Energía	3.74285714	0.18587724
Entrenamiento y capacitación	4.18571429	0.1645568
Información	3.58571429	0.19742966
Instalaciones	4.58571429	0.24343592
Logística	3.6	0.1700494
Materiales	3.98571429	0.16196054
Ambiente	3.51428571	0.15260319
Robots	3.64285714	0.19684948
Submarinos	4.1	0.16305078
Vehículos	3.31428571	0.16448524
Vestuario	3.7	0.1725922

Los avances tecnológicos pueden ser priorizados según los impactos sociales, ambientales y económicos que pueden llegar a generar; por ello se solicitó a los encuestados que calificaran en una escala de 1 a 5 su percepción frente estas condiciones, en donde 5 representaba el mayor grado de importancia. Estos resultados se presentan en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Priorización de las innovaciones tecnológicas con sus impactos a nivel social, ambiental y económico*

	Impacto social	Impacto ambiental	Impacto económico
Promedio	4.103448276	4.068965517	4.144827586
Desviación estándar	0.940774931	0.983581695	1.027262478
Importancia relativa	82.069%	81.379%	82.897%

Se concluye que los tres impactos propuestos son, en esencia, igual de importantes según la percepción de los participantes, si bien existe mayor variabilidad en la opinión con respecto al impacto económico, que es precisamente el que obtuvo el mayor valor promedio. Cabe anotar que en la encuesta se indagó sobre otros tipos de impacto a considerar, entre los cuales se mencionaron: impacto cultural, impacto psicológico en el enemigo, impacto legal, político, en educación, en seguridad, impacto de personal e impacto político-militar.

#### *Validez del instrumento*

La prueba KMO se llevó a cabo con el propósito de determinar la bondad de ajuste de las respuestas dadas, entendiéndose como confiable cuando su resultado es superior a 0.5. Se determinó complementarla con la prueba de esfericidad de Bartlett, que indica las correlaciones significativas cuando el grado de significancia de la prueba es cero, y con el cálculo del alfa de Cronbach. La tabla 5 muestra los resultados obtenidos, los cuales permiten afirmar que se cuenta con una alta confiabilidad y que las inferencias que se hagan de los datos son válidas, comprobando en definitiva la validez del instrumento usado para la recolección de información.

**Tabla 5**

*Pruebas de KMO, Bartlett y alfa de Cronbach para los datos recolectados*

Pruebas de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0.954
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	3068.960
	GI	405
	Sig.	0.000
Alfa de Cronbach		0.977302657

*Análisis factorial*

Dados los buenos resultados del KMO inicial (0.9574) y la correlación existente se concluye que los datos son adecuados para llevar a cabo un análisis factorial, definido por Rueda et al. (2016) como una técnica multivariante para agrupar elementos con homogeneidad intragrupo y diferencias significativas intergrupos, por lo cual se busca determinar igualmente si es posible agrupar las categorías estudiadas en un número menor de componentes principales.

Se elaboró la tabla de comunalidades (tabla 6) con el análisis de componentes principales como método de extracción, dado que se tienen más datos (405) que categorías iniciales (17). Se observa que cada ítem tiene una proporción de su varianza (explicada por el modelo factorial) superior al 53.4%, es decir, una variabilidad alta.

De otro lado, las cargas de la extracción explican el 70.913% de la varianza (tabla 7), aunque, para reducir las categorías, se deberían considerar aquellas que explican como mínimo el 80% de la varianza.

**Tabla 6**  
*Comunalidades*

Variable	Inicial	Extracción
VAR00002	0.640	0.534
VAR00003	0.614	0.543
VAR00004	0.821	0.754
VAR00005	0.808	0.674
VAR00006	0.802	0.727
VAR00007	0.700	0.606
VAR00008	0.810	0.709
VAR00009	0.853	0.810
VAR00010	0.855	0.802
VAR00011	0.758	0.706
VAR00012	0.845	0.782
VAR00013	0.862	0.817
VAR00014	0.879	0.818
VAR00015	0.823	0.792
VAR00016	0.781	0.669
VAR00017	0.828	0.719
VAR00018	0.778	0.677
VAR00019	0.697	0.624

Método de extracción: máxima verosimilitud

**Tabla 7**  
*Varianza total aplicada*

Factor	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	13.061	72.561	72.561	12.764	70.913	70.913
2	0.795	4.419	76.980			
3	0.564	3.134	80.114			
4	0.528	2.932	83.046			
5	0.433	2.407	85.454			
6	0.416	2.311	87.765			
7	0.348	1.932	89.697			
8	0.291	1.615	91.312			
9	0.275	1.527	92.838			
10	0.249	1.385	94.224			
11	0.198	1.097	95.321			
12	0.182	1.009	96.330			
13	0.162	0.898	97.228			
14	0.139	0.773	98.001			
15	0.116	0.643	98.644			
16	0.092	0.509	99.153			
17	0.078	0.434	99.587			
18	0.074					
	0.413		100.000			

Método de extracción: máxima verosimilitud.

Se calculó la matriz factorial y su respectiva prueba de bondad de ajuste (tabla 8), que arroja un solo factor, por lo que se concluye que, a pesar de cumplir con el primer supuesto, el modelo es unidimensional, lo que significa que todas las categorías son importantes, por lo que estadísticamente no es posible eliminar alguna o agruparla con otra u otras. Esta cifra resulta lógica si se contrasta con el alto valor obtenido para el alfa de Cronbach (0.977), el cual permite señalar que los datos tienen poco poder discriminante.

**Tabla 8**

Matriz factorial con la prueba de bondad de ajuste

Variable	Factor 1
VAR00002	0.731
VAR00003	0.737
VAR00004	0.868
VAR00005	0.821
VAR00006	0.853
VAR00007	0.778
VAR00008	0.842
VAR00009	0.900
VAR00010	0.895
VAR00011	0.840
VAR00012	0.884
VAR00013	0.904

**Tabla 9**

Normalización de los resultados obtenidos

Fuente Categoría	Entrevistas Valoración importancia	Encuesta Frecuencia ideas y necesidades	Encuesta Afectación a los stakeholders	Normalizada promedio	Normalizado promedio acumulado
Entrenamiento y capacitación	0.0620155	0.12755102	0.063904035	0.08449019	0.08449019
Armamento	0.05684755	0.139455782	0.05561614	0.08397316	0.16846334
Comunicaciones	0.0620155	0.074829932	0.064122137	0.06698919	0.23545253
Vehículos	0.05943152	0.086734694	0.050599782	0.06558867	0.3010412
Logística	0.0620155	0.076530612	0.054961832	0.06450265	0.36554385
Instalaciones	0.05943152	0.05952381	0.070010905	0.06298875	0.4285326
Desminado	0.05943152	0.052721088	0.072846238	0.06166628	0.49019888
Aeronaves	0.0620155	0.056122449	0.060414395	0.05951745	0.54971633
Energía	0.05943152	0.051020408	0.057142857	0.05586493	0.60558126

Variable	Factor 1
VAR00015	0.890
VAR00016	0.818
VAR00017	0.848
VAR00018	0.823
VAR00019	0.790

Método de extracción: máxima verosimilitud.

1 factores extraídos.

4 iteraciones necesarias.

Prueba de bondad de ajuste		
Chi-cuadrado	gl	Sig.
447.025	135	0.000

### Contraste de resultados

Dado que estadísticamente no fue posible eliminar ninguna de las categorías, se considera importante determinar la urgencia de trabajar en cada una de ellas, lo que permitirá concentrar los esfuerzos de investigación a través del tiempo. Para esto se promediaron los resultados obtenidos previamente mostrados en las tablas 6, 7 y 8, a fin de normalizados y poderlos tratar, como se presenta en la tabla 9, organizados de mayor a menor. Con lo anterior es posible agrupar las categorías en tres rangos, casi equivalentes, que representan la urgencia de trabajar en cada una de las temáticas en el corto, mediano y largo plazo.

Fuente	Entrevistas	Encuesta	Encuesta		
Categoría	Valoración importancia	Frecuencia ideas y necesidades	Afectación a los stakeholders	Normalizada promedio	Normalizado promedio acumulado
Información	0.0620155	0.047619048	0.05474373	0.05479276	0.66037402
Materiales	0.05426357	0.039115646	0.0608506	0.05140994	0.76391621
Ambiente	0.05943152	0.040816327	0.053653217	0.05130036	0.81521657
Vestuario	0.05943152	0.035714286	0.05648855	0.05054479	0.86576135
Defensa	0.06459948	0.025510204	0.056270447	0.04879338	0.91455473
Robots	0.05167959	0.018707483	0.05561614	0.04200107	0.9565558
Submarinos	0.04392765	0.010204082	0.06259542	0.03890905	0.99546485
Varios	0	0.013605442	0	0.00453515	1
Total	1	1	1	1	

### Conclusiones

En la revisión bibliográfica sobre temas relacionados con innovación en todas las áreas del conocimiento, los términos más empleados por los autores son *política e investigación, innovación y desarrollo*, conceptos muy diferentes con relación a los textos desarrollados en el ámbito militar, en donde las palabras mencionadas con mayor frecuencia son *defensa, integración civil-militar y drones*; por otra parte, solamente se encontraron tres autores que reportan investigación en este dominio. Debido a lo anterior, podemos afirmar que las innovaciones desarrolladas con aplicación en las FF. MM. no son comúnmente publicadas, probablemente por cuestiones de confidencialidad de los proyectos, para evitar que el enemigo tenga conocimiento de sus desarrollos, o seguramente por la misión de las FF. MM., la cual es netamente la defensa del territorio y no la investigación y divulgación del conocimiento. En consecuencia, se puede concluir que esta área constituye un nicho adecuado para investigaciones futuras, dado el vacío que reflejan las redes bibliográficas.

Con respecto a las entrevistas, se encontró que las categorías de innovación tecnológica en las que mayormente incursiona el Ejército colombiano son: ciberdefensa, herramientas de gestión administrativa, equipamiento de soldado, simuladores en juegos de guerra y entrenamiento, sistemas de control de mando y toma de decisiones, ambiente, seguridad de fronteras y temas relacionados con el narcotráfico como voladura de oleoductos, cultivos ilícitos y la minería ilegal. Sin embargo, según la percepción de los entrevistados también se podría incursionar en áreas como simulación, defensa y desminado.

Por otro lado, el sentir de los participantes es que los altos mandos, quienes toman las decisiones, tienen mayor interés por cuestiones de defensa, entrenamiento, aeronaves, vehículos e instalaciones, coincidiendo con categorías que se relacionan directamente con la defensa, objetivo primordial del Ejército.

Según lo evidenciado en las entrevistas y los resultados obtenidos de las encuestas, las opiniones están divididas en cuanto a la priorización de los impactos que los avances tecnológicos generan en Colombia. Aunque la mayoría de los participantes consideran que los ámbitos social, económico y ambiental no deben de ser priorizados y deben tener la misma importancia, esto dependerá en gran medida del objetivo con el cual fue creada determinada innovación, opinión contraria a la reflejada en la percepción de algunos entrevistados, quienes consideran que el ámbito social debe tener más relevancia, debido a la misión del Ejército de brindar servicio a la comunidad.

Al contrastar los análisis de las entrevistas, la cantidad de ideas y/o necesidades reportadas en las encuestas, junto con la afectación a los *stakeholders* con respecto a las categorías de innovaciones tecnológicas propuestas, se concluye que no se puede eliminar ninguna o agrupar con otra u otras (esto también es respaldado por la matriz factorial y la prueba de bondad aplicada a la encuesta, en donde se encuentra un modelo unidimensional) y que los esfuerzos se pueden concentrar, en primera instancia, en: entrenamiento y capacitación, armamento, comunicaciones y vehículos; en el mediano plazo en: logística, instalaciones, desminado, aeronaves, energía e información; y a largo plazo en: ciberseguridad, materiales, ambiente, vestuario, defensa, robots e incluso submarinos. Por



todo esto, los centros de capacitación y entrenamiento del Ejército recobran un papel protagónico y requieren del apoyo institucional, a fin de responder a las necesidades identificadas con innovación, entendiendo también que como instituciones de educación superior tienen dentro de sus funciones misionales la investigación, junto con la docencia y extensión.

Adicionalmente, la institución castrense tiene todo el potencial y recurso humano para desarrollar innovaciones que atiendan las necesidades que se presentan en el cumplimiento de sus misiones. Su doctrina Damasco y el fortalecimiento de los grupos de investigación dentro de las escuelas van encaminados correctamente al desarrollo de nuevos avances tecnológicos. Aunque las opiniones de algunos de los participantes que no se encuentran directamente relacionados con la dirección de estos centros de capacitación mencionan que la motivación es baja, la doctrina es arcaica, las líneas de investigación no apuntan a los objetivos del Ejército y, debido a que no es una prioridad dentro de las políticas de la institución, no se incluyen en la formación de los efectivos, se reconocen las intenciones de la institución por mejorar en este aspecto y ser un referente a nivel internacional de la efectividad de su ejercicio.

Finalmente, cabe anotar que las encuestas se consideran como un instrumento válido para la recolección de la información, según los resultados de las pruebas KMO y de esfericidad de Bartlett.

Se propone para futuros estudios segmentar la muestra por el arma a la que pertenezcan los participantes, dando conclusiones específicas para cada una que permitan atender directamente las necesidades particulares.

## ■ Agradecimientos

Este producto es derivado del desarrollo del proyecto de investigación INV-ING-2987, titulado "Identificación de las innovaciones tecnológicas requeridas por las Fuerzas Armadas colombianas en el contexto del posacuerdo, como parte del cumplimiento de su responsabilidad social desde la teoría de los *stakeholders* y el bien común", financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada, vigencia 2019-2020.

## ■ Referencias

- Ariza, R. (2017). Ciencia, Tecnología e Innovación, factor estratégico en las Fuerzas Armadas del futuro. *Estudios en Seguridad y Defensa*, 3(6), 8-13. <https://doi.org/10.25062/1900-8325.122>
- Behar, E. (2018). Innovación militar en Colombia: un futuro brillante y malinterpretado. *Semana*. <https://www.semana.com/opinion/columnistas/articulo/futuro-de-la-innovacion-militar-en-colombia-por-erick-behar/260412/>
- Blessing, J. A. (2020). The Diffusion of Cyber Forces: Military Innovation and the Dynamic Implementation of Cyber Force Structure. *Syracuse University, ProQuest Dissertations Publishing*. <https://search.proquest.com/openview/b608ae0064a6766b56f60c16a12c26cd/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Cebollero Martínez, C. (2019). Escribir para pensar: la doctrina militar como motor de la innovación. *Boletín Instituto Español de Estudios Estratégicos*, 13, 614-636.
- Comando de Transformación Ejército del Futuro (2018). *La transformación del Ejército nacional. Una mirada comparada con los ejércitos más modernos del mundo*. Fundación Ideas para la Paz (FIP). [http://ideaspaz.org/media/website/FIP\\_Transformacion\\_ejercito.pdf](http://ideaspaz.org/media/website/FIP_Transformacion_ejercito.pdf)
- Espitia, A. A., Agudelo, J. A., & Buitrago, O. Y. (2019). Revisión de las patentes en el sector defensa en Colombia. En *XII Simposio Internacional de Ingeniería Industrial* (pp. 85-94). Universidad Autónoma de Manizales. <https://congresos.autonoma.edu.co/sites/default/files/congresos/memorias-simposio-industrial-2019.pdf>
- Espitia, A. A., Agudelo, J. A., & Buitrago, Ó. Y. (2020). Innovaciones tecnológicas en las fuerzas militares de los países del mundo. *Revista Científica General José María Córdova*, 18(29), 213-235. <https://doi.org/10.21830/19006586.537>
- Fojón, E. (2019). Desarrollos tecnológicos militares frente a nuevos conceptos operativos. *Real Instituto Elcano Royal Institute*. [http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano\\_es/contenido?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/elcano/elcano\\_es/zonas\\_es/defensa+y+seguridad/ari86-2019-desarrollos-tecnologicos-militares-frente-nuevos-conceptos-operativos](http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/defensa+y+seguridad/ari86-2019-desarrollos-tecnologicos-militares-frente-nuevos-conceptos-operativos)

- Gómez, R. E. (2018). Tendencias de la innovación tecnológica en Colombia 1991-2013 a partir del análisis de patentes. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 32(77), 133-150. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2018.77.57859>
- Haun, P. (2020). Peacetime military innovation through inter-service cooperation: The unique case of the U.S. Air Force and Battlefield Air Interdiction. *Journal of Strategic Studies*, 43(5), 710-736. <https://doi.org/10.1080/01402390.2018.1557053>
- Hinarejos, A., & de la Peña, J. (2017). I+D+i y ciberseguridad, análisis de una relación de interdependencia. *Cuadernos de Estrategia*, (185), 247-290.
- Jordan, J. (2017). Un modelo explicativo de los procesos de cambio en las organizaciones militares: la respuesta de Estados Unidos después del 11-S como caso de estudio. *Revista Ciencia Política (Santiago)*, 37(1), 203-226. <https://doi.org/10.4067/S0718-090X2017000100009>
- La Nación (Argentina)/GDA. (19 de enero de 2020). Los proyectos militares más innovadores (y temibles) del mundo. *Periodico El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/mundo/mas-regiones/los-proyectos-militares-mas-innovadores-y-temibles-del-mundo-453282>
- Mc Grath, B., Marianu, J., & Keyal, A. (02 de agosto de 2019). *Military technology advances enable "ready anywhere" mentality. Military readiness and adaptivity improving across the globe*. Deloitte Insights: <https://www2.deloitte.com/global/en/insights/industry/public-sector/military-technology-advances-promote-readiness.html>
- O'Hanlon, M. (2019). *Forecasting Change in Military Technology, 2020-2040*. Brookings Institution Press.
- Rueda, J. G., Elles, C. J., Sánchez, E. H., Ariza, G., León, Á., & Rivillas, G. D. (2016). Identificación de patrones de variabilidad climática a partir de análisis de componentes principales, Fourier y clúster k-medias. *Tecnura*, 20(50), 55-68. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.4.a04>
- Uribe Gómez, J. A. (2019). Una perspectiva de la innovación tecnológica en Latinoamérica. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11(20), 101-125.
- Utomo, I. G. W., & Darma, G. S. (2020). Measuring optimization of digital military programs: an innovation of information and communication systems in industrial digitalization 4.0. *International Research Journal of Engineering, IT & Scientific Research*, 6(2), 39-46. <https://doi.org/10.21744/irjeis.v6n2.862>