

# Tendencias y desafíos en investigación formativa de la seguridad operacional en la Fuerza Aérea Colombiana

| Fecha de recibido: 02 de mayo 2022 | Fecha de aprobado: 28 de septiembre 2022 |

| Reception date: May 02, 2022 | Approval date: September 28, 2022 |

| Data de recebimento: 02 de maio de 2022 | Data de aprovação: 28 de setembro de 2022 |

## Bryan Felipe Ramírez Segura

<https://orcid.org/0000-0003-1562-5479>

✉ bryan.ramirez@epfac.edu.co

### Magíster en Calidad y Gestión Integral

Investigador Maestría en Seguridad Operacional  
Escuela de Postgrados FAC  
Colombia

Rol del investigador: teórico y escritura

Grupo de investigación: Cultura Educación y  
Liderazgo en Seguridad Operacional (CELSO)

### Master in Quality and Integral Management

Researcher Master in Operational Safety  
Escuela de Postgrados FAC  
Colombia

Researcher's role: theoretical and writing  
Research group: Culture, Education and  
Leadership in Operational Safety (CELSO)

### Mestrado em Qualidade e Gestão Integral

Pesquisador Mestre em Segurança Operacional  
Escuela de Postgrados FAC  
Colombia

O papel do pesquisador: teórico e escrito

Grupo de Pesquisa: Cultura, Educação e  
Liderança em Segurança Operacional (CELSO)

## Leidy Gabriela Ariza Ariza

<https://orcid.org/0000-0001-5970-3059>

✉ leidygabriela@yahoo.es

### Doctora en Educación Ambiental

Coordinadora de la Licenciatura en Ciencias  
Naturales y Educación Ambiental  
Universidad Pedagógica Nacional  
Colombia

Rol del investigador: teórico y escritura

Grupo de investigación: Cultura Educación y  
Liderazgo en Seguridad Operacional (CELSO)

### Doctor in Environmental Education

Coordinator of the Bachelor's Degree in Natural  
Sciences and Environmental Education  
Universidad Pedagógica Nacional  
Colombia

Researcher's role: theoretical and writing

Research group: Culture, Education and  
Leadership in Operational Safety (CELSO)

### Doutor em Educação Ambiental

Coordenador do programa Lic. Ciências  
Naturais e Educação Ambiental  
Universidad Pedagógica Nacional  
Colombia

O papel do pesquisador: teórico e escrito

Grupo de Pesquisa: Cultura, Educação e  
Liderança em Segurança Operacional (CELSO)

## Juan David Pava

<https://orcid.org/0000-0002-1141-7691>

✉ juandpava@hotmail.com

### Magíster en Educación

Docente Investigador  
Universidad ECCI  
Colombia

Rol del investigador: teórico y escritura

### Master in Education

Researcher Master in Operational Safety  
Escuela de Postgrados FAC  
Colombia

Researcher's role: theoretical and writing

### Mestre em Educação

Pesquisador Mestre em Segurança Operacional  
Escuela de Postgrados FAC  
Colombia

O papel do pesquisador: teórico e escrito

**Cómo citar este artículo:** Ramírez Segura, B. F., Ariza Ariza, L. G. y Pava, J. D. (2023). Tendencias y desafíos en investigación formativa de la seguridad operacional en la Fuerza Aérea Colombiana. *Ciencia y Poder Aéreo*, 18(1), 35-46. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.763>



## Tendencias y desafíos en investigación formativa de la seguridad operacional en la Fuerza Aérea Colombiana

## Trends and challenges in operational safety training research in the Fuerza Aérea Colombiana

## Tendências e desafios na pesquisa de treinamento em segurança operacional na Fuerza Aérea Colombiana

**Resumen:** El artículo pretende realizar un análisis del estado actual de la investigación formativa generada en la Maestría en Seguridad Operacional (Maeso) de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana (EPFAC), con la intención de visualizar los productos académicos y la proyección de los resultados de aprendizaje en el programa desde sus inicios. De igual forma, se busca explicar los elementos que presentan los intereses de los estudiantes y las líneas de investigación actuales, a fin de establecer desafíos en la formación de profesionales especializados. Así mismo, se busca reconocer fortalezas y necesidades de indagación, problemáticas de interés y áreas de estudio que permitan robustecer el campo de estudio de la seguridad operacional en Colombia. Entre los resultados encontrados se interpreta el análisis sociocrítico de las problemáticas del contexto aeronáutico desde la seguridad operacional, y el interés de responder al campo de investigación a partir de investigaciones cualitativas con productos consolidados como programas, protocolos o guías. Se encontró que la mayoría de los trabajos son programas que pretenden prevenir, mitigar y administrar la seguridad operacional en la aviación civil y militar. La línea de investigación de factores humanos ha sido la más amplia fundamentada en su impacto directo en los cargos que ocupan los estudiantes, pero le sigue la gestión de la seguridad operacional con los trabajos que se vienen desarrollando.

**Palabras clave:** educación; investigación formativa; factor humano; formación; seguridad operacional.

**Abstract:** The article aims to analyze the current state of the formative research generated in the Master's Degree in Operational Security (Maeso) of the Graduate School of the Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana (EPFAC), with the intention of visualizing the academic products and the projection of learning outcomes in the program since its inception. Likewise, it seeks to explain the elements that present the interests of the students and the current lines of research, in order to establish challenges in the formation of specialized professionals. It also seeks to recognize strengths and research needs, problems of interest and areas of study that allow strengthening the field of study of operational security in Colombia. Among the results found, the socio-critical analysis of the problems of the aeronautical context from the point of view of operational safety is interpreted, and the interest in responding to the research field from qualitative research with consolidated products such as programs, protocols or guides. It was found that most of the works are programs that aim to prevent, mitigate and manage safety in civil and military aviation. The line of research on human factors has been the most extensive based on its direct impact on the positions held by the students, but it is followed by safety management with the works that are being developed.

**Keywords:** Education; training research; human factors; training; safety.

**Resumo:** O artigo visa realizar uma análise do estado atual da pesquisa formativa gerada no Mestrado em Segurança Operacional (Maeso) da Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana (EPFAC), com a intenção de visualizar os produtos acadêmicos e a projeção dos resultados do aprendizado no programa desde o seu início. Da mesma forma, procura explicar os elementos que apresentam os interesses dos estudantes e as linhas atuais de pesquisa, a fim de estabelecer desafios na formação de profissionais especializados. Também procura reconhecer pontos fortes e necessidades de pesquisa, problemas de interesse e áreas de estudo para fortalecer o campo de estudo da segurança operacional na Colômbia. Entre os resultados encontrados está a análise sócio-crítica dos problemas do contexto aeronáutico a partir da perspectiva da segurança operacional, e o interesse em responder ao campo da pesquisa baseada em pesquisas qualitativas com produtos consolidados, tais como programas, protocolos ou guías. Descobriu-se que a maioria das obras são programas que visam prevenir, mitigar e gerenciar a segurança na aviação civil e militar. A linha de pesquisa de fatores humanos tem sido a mais extensa baseada em seu impacto direto sobre os cargos ocupados pelos estudantes, mas é seguida pela gestão de segurança com o trabalho sendo desenvolvido.

**Palavras-chave:** Educação; pesquisa de treinamento; fatores humanos; treinamento; segurança.

## Introducción

La seguridad operacional se ha convertido en un campo de acción de gran importancia por su funcionalidad; y la necesidad de indagar en este tema tiene el propósito de ejercer operaciones aéreas seguras encaminadas a la protección de la vida. En este sentido, nace la formación específica en esta área de conocimiento, y con el apoyo de la Maestría en Seguridad Operacional (Maeso) de la Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana (Epfac) se han realizado trabajos de investigación que buscan enriquecer la cultura de seguridad, con el fin de mantener las operaciones controladas y bajo una adecuada administración y gestión de los riesgos. Algunas de las propuestas realizadas en el programa están orientadas a fundamentar el factor humano, y desde allí se han formulado conceptos encaminados al entrenamiento, la fatiga del personal, la evaluación de cargas de trabajo y el análisis de eventos bajo metodologías de evaluación y caracterización. Así mismo, se logra enfocar en herramientas que ayudan a la gestión del sistema con apoyo de un componente reactivo Maeso (2019b).

Desde el rol de la Maeso, el presente texto realiza un análisis que contribuye a la construcción de conocimiento en la temática específica de seguridad operacional. Uno de los ejes para este propósito se da mediante la investigación formativa empleada como elemento transversal en cada uno de los resultados de investigación de la Maeso. El tipo de investigación utilizada en este texto es documental, a partir de los reportes que reposan en el programa académico tanto en trabajos de investigación terminados, como en cursos, proyectos de investigación y actividades investigativas formulados desde el programa posgradual. Esto significa que, para los investigadores, las experiencias de accidentalidad provienen de los aspectos formativos, administrativos y normativos.

De acuerdo con el objetivo de las maestrías para Colombia, el Ministerio de Educación Nacional en el Decreto 1330 de 2019 menciona “desarrollar conocimientos, actitudes y habilidades para la solución de problemas disciplinares, interdisciplinarios

o profesionales y/o dotar a la persona de propósitos”. Esto último se relaciona con el caso particular de encontrar soluciones lógicas y objetivas para la resolución de problemas en seguridad operacional en el interior de la FAC, pero que también sean lecciones de aprendizaje extrapolables a la aviación comercial, lo cual se fundamenta en el conocimiento y la experiencia del personal de estudiantes de la maestría y se expresa en el desarrollo tanto de proyectos de investigación como de trabajos de grado, junto con la posterior socialización y difusión de los resultados obtenidos a la comunidad académica y al sector aeronáutico en general.

Entre las preguntas que guiaron esta reflexión relacionada con la formación posgradual en este campo del conocimiento se incluye conocer: ¿cuál es la tendencia de la investigación formativa en la seguridad operacional en la FAC y sus desafíos? La respuesta se halla por medio de la caracterización del estado actual de la investigación formativa en el posgrado en seguridad operacional de la FAC y mediante la interpretación de elementos intertextuales para explicar los intereses de los estudiantes reflejados en los trabajos de grado.

Con el ánimo de dar respuesta a esta pregunta, y partiendo de las características de una investigación documental, se ha realizado —mediante el diseño de una matriz de caracterización de temáticas— la evaluación y categorización de los trabajos de grado presentados hasta el 2021. Se incluyeron documentos terminados y en ejecución por los estudiantes, en los cuales se definieron variables como la línea de investigación, el eje temático, el riesgo y la probabilidad, encaminada a determinar la claridad y los aportes significativos que se hacen a la seguridad operacional desde el programa de posgrado. El empleo de la herramienta Atlas Ti en este proceso investigativo ayudó a codificar y a sistematizar la información, con lo que se determinaron las áreas de conocimiento que estarían involucradas en las líneas de investigación definidas y se estableció que los ejes temáticos mencionados en los lineamientos para la articulación de la investigación (año 2021) están directamente relacionados con los intereses de los estudiantes; incluso, se detectaron conceptos de interés general a ser empleados en las líneas de investigación propuestas.

Antes de iniciar con el análisis de los trabajos de investigación, es necesario aclarar qué es un producto de investigación: es el resultado de un trabajo académico realizado por estudiantes, docentes e investigadores en alguna de las ciencias sociales y las humanidades; algunos ejemplos de productos son: artículos, libros, capítulos de libro, audiovisuales y *podcasts*.

Así mismo, la difusión de los resultados es, quizás, la etapa más importante del ciclo de la investigación; la difusión y comunicación se convierte en un proceso central para dar a conocer el trabajo y nuevos avances en temas de interés. En este sentido, la Maeso pretende plantear un estado del arte de los proyectos de investigación, con el fin de determinar el impacto que estos han tenido como puesta académica del programa y la institución para el contexto académico y laboral de la seguridad operacional. Con este análisis documental, se buscó interpretar el interés de los estudiantes en realizar trabajos de investigación formativa encaminados a impulsar la cultura de seguridad operacional para cada una de las dependencias de la FAC.

Dado lo anterior, se identifica que las líneas de investigación usadas por los estudiantes de la Maeso se enmarcan en la Gestión de la Seguridad Operacional, en la Investigación de Accidentes y en los Factores Humanos. En la tercera línea, se evidencia un gran interés en investigar los factores humanos por su relación directa con la cadena del error en las operaciones aéreas; en la primera línea, se tiene en cuenta la inclusión de nuevas propuestas para la gestión de riesgos, normatividad, planes de prevención y auditorías; por último, la segunda línea se considera como elemento reactivo para la toma de decisiones y es un insu- mo fundamental para la gestión según el aprendizaje de eventos ocurridos. Sin embargo, dentro del análisis de las propuestas investigativas se busca fomentar la proactividad y llevar el sistema a un comportamiento predictivo en la organización.

## Marco referencial

La academia establece como elemento central la investigación, proceso en el que se desarrollan líneas

enfocadas en proyectos. La disciplina académica que desarrolla una facultad se encuentra directamente articulada con la definición del área investigativa y requiere, de ser el caso, la preexistencia de una práctica y de un posicionamiento académico (Flores, 2022). De estas áreas, se desprenden líneas de investigación generalmente integradas por programas, proyectos y subproyectos de investigación.

Con esa articulación, las líneas de investigación involucran los campos de trabajo teórico-práctico en el interior de un área del conocimiento en una disciplina científica en particular. Estas líneas articulan programas y proyectos que se orientan al descubrimiento, la creación, la indagación, la comprensión y la solución de problemas concretos. En este sentido, como lo define Bayle (1995), las líneas de investigación hacen parte de los niveles estratégicos de consolidación de problemas de investigación, que pueden ser un punto de partida desde lo teórico o lo práctico.

A través de las líneas de investigación, se fortalece el trabajo inter y multidisciplinar contribuyendo a la construcción y/o generación de conocimiento. Una de las tareas de la investigación aplicada y formativa en la formación posgradual es articular las líneas con las áreas que constituyen el currículo. En esta dirección, Tamayo y Tamayo explica que “el área de conocimiento es la rama o campo de estudio sobre el cual se realiza docencia e investigación” (2002, p. 106). Los entornos del conocimiento a generarse pueden ser diversos, y el investigador define por medio de proyectos de investigación las fases crecientes y progresivas de la línea, de acuerdo con el personal formado y los aportes al conocimiento específico.

En este sentido, algo importante para comprender la especificidad de las líneas de la Maeso se señala en la siguiente afirmación de Bernal:

El avance o el estancamiento de las diferentes disciplinas y de la ciencia misma dependerá de la capacidad epistemológica que tengan los profesionales de la respectiva disciplina, así como de la capacidad de la propia profesión o campo de conocimiento para reflexionar sobre sí misma y sobre la realidad cambiante de la cual forma parte. (2006, p. 26)

Lo anterior es un hecho considerando la epistemología como la teoría del conocimiento construido por la trayectoria de la línea en función de los investigadores. En esta dirección, el presente texto se convierte en una reflexión acerca de lo que se está generando en la formación de profesionales en seguridad operacional.

La articulación de las líneas de investigación de la Maeso con los programas de la FAC tiene lugar en la función “Sostener la Fuerza” y en el Programa de Autonomía Institucional de la FAC. A su vez, se articula por su objeto de estudio a la Línea Estratégica de Seguridad Operacional. Desde la ontogénesis del programa, su intencionalidad básica es moldear talento humano por medio del desarrollo de habilidades en análisis crítico y resolución de problemas, a través de ejes temáticos específicos de la seguridad operacional, con el fin de propender al desarrollo y a la aplicación de soluciones a problemas específicos operacionales de la FAC. Además, teniendo como base rectora los objetivos de investigación del Modelo de Investigación del Sistema Educativo de la FAC y del Sistema de Ciencia y Tecnología de la FAC.

Desde los inicios de la Maeso, se dispone de dos líneas de investigación: Factores Humanos y Factor Material. Con ellas, se ha buscado

[...] fortalecer la investigación en el área de la seguridad operacional buscando facilitar la comprensión del comportamiento tanto de los factores humanos, como de los materiales aeronáuticos que participan en las operaciones aéreas, con el fin de proponer mecanismos de intervención para la prevención de accidentes. (Epfac, 2021)

Sin embargo, a partir del año 2019 la Maeso ha realizado una actualización de todo su programa académico y con ello se han establecido tres líneas de investigación definidas en Factores Humanos, Gestión de la Seguridad Operacional e Investigación de Accidentes (Maeso, 2019a).

La seguridad operacional se centra en disminuir los riesgos antes de que se conviertan en incidentes o accidentes (Organización de Aviación Civil

Internacional [Oaci], 2013). Por lo tanto, la seguridad operacional aeronáutica es sinónimo de prevención, pues sencillamente se enfoca en anticipar eventos perjudiciales para las operaciones aéreas, apalancada en cifras, en datos estadísticos y en la confiabilidad de componentes antes que fallen; un aspecto muy importante es el error humano. Todo esto ayuda a generar procedimientos y recomendaciones, que se convierten en tomas de decisiones asertivas para evitar incidentes o accidentes.

Sin embargo, a pesar de que han ocurrido eventos catastróficos desde los albores de la aviación militar y civil, el concepto de seguridad operacional tomó muchos años en ser considerado importante, y no solo para el sector aeronáutico. Por ejemplo, en 1921 ocurrieron 361 accidentes graves en 77 000 horas de vuelo, lo cual en las condiciones actuales representa miles de pérdidas humanas (Cusick, *et al.*, 2017). Esto demuestra la reticencia inicial a escala mundial a desarrollar planes de seguridad operacional, y hoy día muchos accidentes se podrían haber evitado. Se confirma además que, aunque la seguridad operacional conlleva costos asociados a personal, procedimientos, normas y operación, siempre será más económica que cualquier accidente.

## Metodología

Desde la investigación formativa en la Maeso, se clasifican los tipos de trabajo de grado desarrollados por los estudiantes, los productos y demás aspectos que contribuyen al campo del conocimiento, alrededor de las líneas de investigación de Factores Humanos, Gestión de la Seguridad Operacional e Investigación de Accidentes.

Con la intención de comprender lo que se ha generado mediante la investigación formativa representada en los trabajos de grado en la Maeso, en este texto se utiliza la hermenéutica para interpretar dialógicamente las investigaciones desde una perspectiva cualitativa que pretende estudiar objetivamente la subjetividad (Packer, 2013), enfrentando paradigmas

establecidos por marcos conceptuales específicos en campos de conocimiento que han sido marcados por la investigación cualitativa.

Se analizaron ocho proyectos de investigación terminados a la fecha del 2021 y setenta trabajos de grado en ejecución, incluyendo las ponencias presentadas en los cuatro coloquios de investigación (2019-2021) realizados en el programa de Maeso. Por medio de una matriz de caracterización de temáticas, se realizó la evaluación y categorización de los trabajos de grado presentados al 2021, en los que se definieron parámetros de referencia como la línea de investigación, el eje temático, el riesgo y la probabilidad.

Dado que el programa es nuevo, se pretende que este trabajo reflexivo permita evaluar la orientación de los resultados de aprendizaje a partir de la experiencia de las primeras cohortes. La investigación es documental mediante el análisis de contenido (López, 2002) presente en los trabajos de investigación de los estudiantes de la Maeso.

Se realizó la categorización a partir de los campos de estudio determinados por el mismo programa desde su fundamentación ante el Ministerio de Educación. En este sentido, las categorías de análisis son: factores humanos, gestión de la seguridad operacional, factores de material e investigación de accidentes. Estas líneas se relacionan con el trabajo de los grupos de investigación reconocidos por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. En la tabla 1, se evidencia la relación:

Tabla. 1.  
Grupos y líneas de investigación de Maeso

Grupo de investigación	Líneas
Cipaer	Factores de Material
Celso	Factores Humanos
	Gestión de la Seguridad Operacional
	Investigación de Accidentes

Fuente: elaboración propia.

En esta misma dirección, se realizó la codificación de la información a partir de tres categorías *a priori*: aporte, producto y objetivo. Otro aspecto de interés en la indagación es reconocer el tipo de investigación que más se destaca en las preferencias de los

estudiantes y cómo estas se relacionan con las líneas de investigación de la Maeso. La técnica de codificación y sistematización de la información se realiza con el *software* Atlas Ti de investigación cualitativa.

## Resultados y discusión

Los trabajos terminados en el periodo de ventana de análisis se organizan teniendo en cuenta la línea de investigación. Se destaca en el cuerpo de análisis la inclinación de los estudiantes por acercarse al tema de investigación a sus campos de acción (cargo que desempeñan). La población estudiantil se puede decir que es multidisciplinar en cuanto a formación y estudios, ya que hay pilotos, inspectores, ingenieros mecánicos, ingenieros aeronáuticos, controladores aéreos y psicólogas, entre otros. Sin embargo, a nivel de desempeño laboral aportan desde su área de trabajo específica a la mejora continua de la seguridad operacional.

Teniendo en cuenta la tabla 1, en la que se mencionan las líneas de investigación que orientan la investigación formativa en la Maeso, se determina que la línea de Factores Humanos, como se evidencia en la tabla 2, es la más fundamentada, tal vez por el acompañamiento directo del grupo de investigación Celso, cuyo interés está en regular e investigar problemáticas de impacto directo en el ser humano e identificar qué componentes influyen en la seguridad operacional.

Tabla. 2.  
Proporción de trabajos de grado por línea de investigación (2019-2021)

Línea de investigación	Cantidad de trabajos desarrollados
Factores de Material	2
Factores Humanos	57
Gestión de la Seguridad Operacional	19
Investigación de Accidentes	0

Fuente: elaboración propia.

Es de mencionar que los proyectos presentados por los estudiantes tienden a responder a necesidades

que presenta la FAC en algunas de sus bases aéreas, lo cual permite la aplicabilidad de los resultados en los procesos diarios que la institución establece. En este sentido, el impacto de la mayoría de las investigaciones ha alcanzado su punto de mayor fortaleza en las habilidades investigativas, con lo que se ha permitido un proceso sistemático entre el componente investigativo y el práctico.

Si bien la expresión “factores humanos” se usa para describir la interacción de las personas con equipos, instalaciones y sistemas de gestión, tales interacciones están movilizadas por un ambiente de trabajo y cultura (Mallard, 2016). Por tal razón, es un componente clave del éxito para la seguridad operacional teniendo en cuenta que las personas son las encargadas de dirigir, recomendar y mantener las operaciones aéreas de manera segura, lo cual hace de esta línea de investigación un gran campo de acción y conocimiento.

Lo descrito no implica que las otras líneas no sean importantes; de hecho, lo son y están muy vigentes, tanto que están interrelacionadas. El desarrollo y las pruebas de nuevas aeronaves ha conllevado procesos de innovación en nuevos materiales plásticos, cerámicos y aleaciones metálicas, y muchos accidentes están ligados a fallas de componentes de los equipos aeronáuticos. Las conclusiones de investigaciones de estos accidentes y las fallas en los parámetros de trabajo de los materiales aeronáuticos se fundamentan en la interpretación de los resultados por parte de un equipo investigador; es decir que las líneas de investigación en seguridad operacional, en su mayoría al final de la investigación realizada, están condicionadas a la valoración del ser humano, por lo cual el factor humano siempre estará presente (Montoya *et al.*, 2017).

Así mismo, la mayoría de las investigaciones de la Maeso son en la línea de factores humanos, independientemente del área de formación disciplinar y laboral del investigador. Un claro ejemplo es que, en los años ochenta, se hacía más énfasis en el desarrollo de competencias técnicas de las tripulaciones, y poco en las no técnicas, lo cual llevaba a un incremento en los errores humanos evidenciado en accidentes o incidentes (Salas *et al.*, 2010). Esto enmascaraba que estos “accidentes” podrían ser por fallas de componentes o

elementos, o por desconocimiento de procesos o falta de gestión, cuando en realidad eran consecuencia de factores humanos.

En la tabla 3, se presenta este panorama alrededor de los trabajos de investigación en la línea de Factores Humanos. Se evidencia que esta temática tiene un gran impacto en los estudiantes y despierta su interés, ya sea por el contexto con el que interactúan en su día a día o por la orientación de asesores técnicos en el programa académico. Esta tendencia se ve en aumento con los trabajos que se encuentran en desarrollo, como se presenta en la figura 1.



Figura 1. Proyectos de investigación en ejecución año 2021  
Fuente: elaboración propia.

Es un programa nuevo y, en este sentido, el papel de evaluar sus avances contribuye a mejorar sus decisiones y estrategias de acción en la investigación formativa. En la tabla 3, se evidencian proyectos de investigación pertenecientes a diez estudiantes graduados de la Maeso, y de acuerdo con el análisis realizado, se identifica que:

- En su gran mayoría (87,5%), los proyectos suelen enfocarse en solucionar problemáticas generadas en el interior de la FAC, con lo cual se cumple uno de los lineamientos de investigación en cuanto a que todos estos trabajos deben apuntar a generar soluciones dentro de la institución.
- Únicamente el 6% de los proyectos tiene su naturaleza en la línea de investigación de Factor de Material, pues la mayoría de los trabajos se concentra en los factores humanos.

- De los trabajos finalizados de la Maeso, el 3% corresponde a la línea de investigación de Gestión de la Seguridad Operacional. Sin embargo, en el registro de estudiantes en cuanto a su opción de grado se identifica que a partir de la cohorte 5 esta línea de investigación contribuye enormemente a las investigaciones del programa.

De tal manera, se puede analizar que los lineamientos de investigación han impactado directamente la búsqueda de soluciones para las problemáticas institucionales. Se encontró una tendencia clara hacia los factores humanos, por lo cual la renovación del registro calificado propuesto en el 2019 plantea una modificación del plan de estudios para incluir la línea de factor material y abarcar otros campos del conocimiento en seguridad operacional. En la línea de Investigación de Accidentes Aéreos, se podrá mantener el análisis de materiales como un eje temático, además de que el egresado podrá contar con conocimientos básicos en ambas líneas de profundización, lo cual repercute en un mayor espectro de aprendizaje.

Así mismo, en los proyectos de grado en construcción se observa la tendencia a otras líneas de investigación, entre ellas la de Gestión de la Seguridad Operacional, la cual interviene en los programas de prevención, auditoría y administración que están desarrollando los estudiantes, como se muestra en figura 2.

Otra tendencia identificada es que el 70% de los proyectos de investigación son programas orientados a la gestión de la seguridad operacional. El deseo de aportar un producto material hace que los estudiantes se interesen en diseñar herramientas para mejorar la gestión de la seguridad operacional de la aviación militar.

En los trabajos realizados hasta el momento, los estudiantes desarrollan sus investigaciones con la tendencia de trabajar metodológicamente bajo el paradigma sociocrítico; es decir, prefieren realizar caracterizaciones y descripciones, y determinar y especificar aspectos cualitativos en el estudio de factores críticos en las organizaciones de aviación civil y militar. Las investigaciones se inclinan por ser de tipo cualitativo, y algunas plantean interpretaciones bajo el paradigma investigativo mixto para la obtención y análisis de

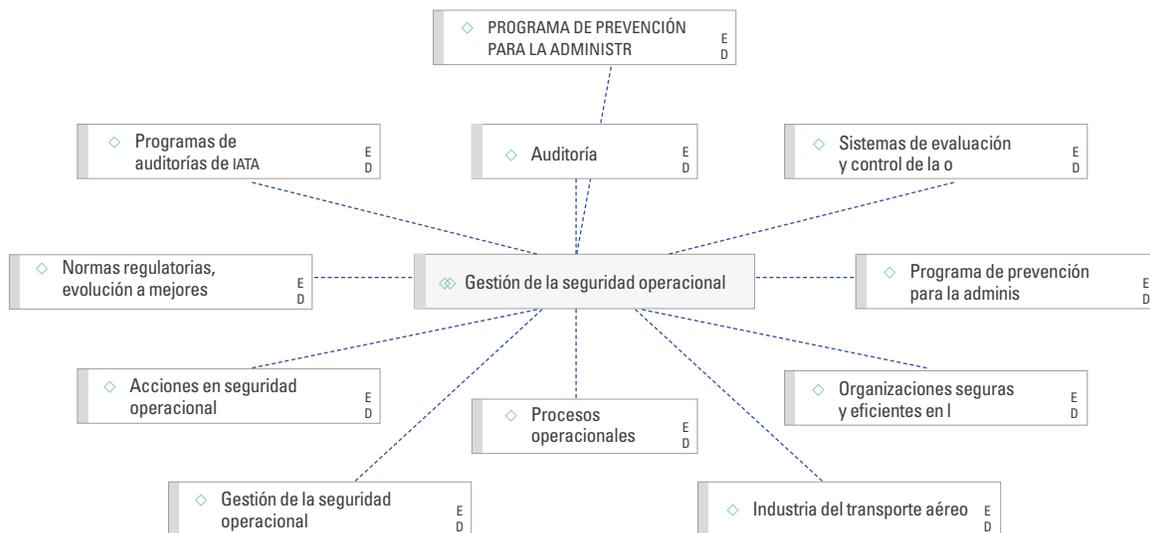


Figura 2. Temáticas que se han trabajado en la investigación formativa en la línea de Gestión de la Seguridad Operacional

Fuente: elaboración propia.

Nota. Esquema representativo del análisis de contenido realizado mediante el software Atlas Ti.

la información. Aunque se mantiene el uso de herramientas como cuestionarios y su análisis cuantitativo, también le dan importancia al uso de técnicas como entrevista y trabajo con grupos focales para interpretar los intereses del personal que labora en campos específicos de la aviación. Uno de los elementos a destacar en los trabajos es su fundamentación en los antecedentes, pues se apoyan en rastreos documentales

amplios y en la caracterización de la población que impactará la investigación.

En la tabla 3, se describen los ocho trabajos de grado que han tenido un impacto en los procesos de la FAC en cuanto a la aplicabilidad de las propuestas formuladas, en las cuales se identifican los grandes esfuerzos alcanzados por la seguridad operacional en la generación de una cultura proactiva.

**Tabla 3.**  
Caracterización trabajos de grado Maeso

Título del proyecto	Línea de investigación	Impacto	Tipo de riesgo	Probabilidad (Oaci, 2013)
“Análisis de radiaciones de frecuencia emitidas por los equipos de inteligencia de señales a bordo de la aeronave King FAC-5748” (Uribe, 2019)	Factores humanos	Uribe (2019) concluye que el análisis del espectro de radiaciones arroja una exposición ocupacional a radiaciones no ionizantes por parte de la población objeto de estudio; sin embargo, los efectos en la salud son mínimos y solo se requieren medidas de protección para mitigar la exposición directa.	Físico, psicosocial	Remoto
“El estrés térmico en las actividades de los vuelos de prueba en el Comando Aéreo de Combate No. 4: afectaciones y recomendaciones para su control” (Aponte y Corzo, 2019)	Factores humanos	Se recomienda implementar el índice militar de estrés térmico (FITS) como sistema de control en el Comando Aéreo de Combate N.º 4 y hacerlo extensivo también para las condiciones que presenta el índice de vuelos por debajo de 3000 pies AGL (Aponte y Corzo, 2019).	Psicosocial, fisiológicos	Frecuente
“Propuesta de un procedimiento para la utilización del maletín de vuelo electrónico a partir de la determinación de cargas de trabajo en cabina para los pilotos de helicóptero BELL 212 de CACOM-4” (Rodríguez y Malpica, 2019)	Factores humanos	Se realizó una estandarización de un procedimiento guía para el uso del maletín de vuelo electrónico enfocado directamente en los pilotos del equipo BELL 212 (Rodríguez y Malpica, 2019).	Ergonómico, físico	Remoto
“Programa de prevención para la administración del riesgo por factor técnico, aplicado a la flota de aeronaves T-37B” (Giraldo y Lizcano, 2019)	Factor material	Se determinaron los niveles aceptables de seguridad operacional por factor técnico que permitieron evaluar el desempeño de la flota de aeronaves T-37B desde el 2013 hasta el 2016, el cual se convirtió en un modelo que se puede implementar en aeronaves que presenten condiciones de envejecimiento y exposición al riesgo en la FAC.	Mecánicos, físicos	Ocasional
“Estudio de presencia y afectación del síndrome de <i>burnout</i> en instructores de TH-67, en la Escuela de Helicópteros de las Fuerzas Armadas de Colombia”. (Arboleda <i>et al.</i> , 2019)	Factores humanos	Se pudo determinar que la intensidad del síndrome de <i>burnout</i> en los pilotos instructores es baja. No se encontró asociación entre el síndrome de <i>burnout</i> y la carga laboral administrativa y operativa con las dimensiones del test Maslach de agotamiento emocional, despersonalización y realización personal (Arboleda <i>et al.</i> , 2019).	Psicosocial, ergonómicos	Remoto
“Herramienta de entrenamiento basada en funcionamiento neuropsicológico y fisiológico en operadores de Aeronaves Remotamente Tripuladas SCAN EAGLE de la Fuerza Aérea Colombiana” (López y Corzo, 2019)	Factores humanos	Se determinaron las áreas de mayor activación cerebral durante los controles anuales de los operadores de la aeronave SCAN EAGLE, con lo que se establecieron ejercicios prácticos que buscan activar de forma directa aquellas áreas del cerebro que más se utilizan durante la operación (López y Corzo, 2019).	Psicosocial, fisiológicos	Improbable

Continúa

Título del proyecto	Línea de investigación	Impacto	Tipo de riesgo	Probabilidad (Oaci, 2013)
“Modelamiento del error humano en los pilotos de A29B del Comando Aéreo de Combate No. 2, basado en el modelo HEMA en situaciones de emergencia” (Campo, 2019)	Factores humanos	Campo (2019) concluye que “los pilotos de combate de A-29B poseen un patrón de conducta predecible”, de acuerdo con el modelamiento del error humano (HEMA), “lo que otorga la capacidad de generar planes proactivos que propendan por la mitigación y reducción del error”.	Psicosocial	Remoto
“Plan de acción para la prevención de accidentes aéreos en instrucción de vuelo desde el sistema de clasificación y análisis de factores humanos (HFACS), asociados a la aviación comercial en Colombia como contribución a la seguridad operacional” (Rocha, 2018).	Factores humanos	Rocha (2018) realiza un estudio de los accidentes en la instrucción de vuelo, empleando el modelo HFACS para identificar las causas, los factores contribuyentes y el contexto general. Se determina un plan de acción para operar con altos estándares y con un nivel aceptable de riesgo.	Psicosocial, ambiental	Remoto

Fuente: elaboración propia con base en los autores reseñados.

En la figura 3, se evidencia la intencionalidad de los trabajos de grado en marcha y terminados en contribuir con programas de prevención, mitigación, normatividades y estandarizaciones de procesos de aviación. Aunque los últimos trabajos presentados por los estudiantes están interesados en la formación de los pilotos para mejorar la preparación y regular procesos de seguridad desde la academia.

Aunque hasta el momento la línea de investigación en factores humanos es la más fuerte en la generación de investigación formativa materializada en los trabajos de grado de los estudiantes de la Mae-so, los proyectos de investigación en marcha presentan el interés en otros campos. Así se evidencia en los coloquios como actividad de formación en el proceso de construcción de los trabajos de grado, donde se

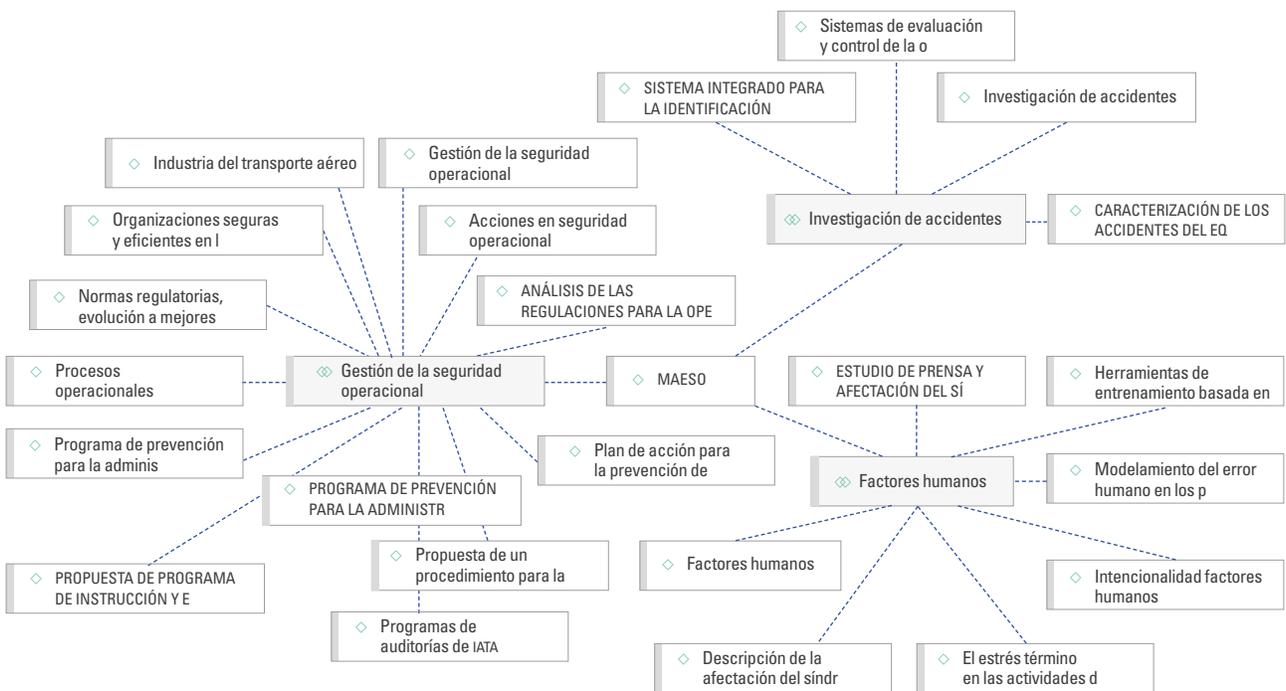


Figura 3. Representación de proyectos de investigación

Fuente: elaboración propia.

Nota. Esquema representativo del análisis de contenido realizado mediante el software Atlas Ti.

someten a la revisión de especialistas y público en general para presentar sus propuestas de investigación. En esta actividad, se identifica el interés de fomentar la gestión de la seguridad operacional y la investigación de accidentes aéreos, como se visualiza en la figura 3. Esto también lleva a pensar en la necesidad de involucrar más profesionales en este tema para orientar a los estudiantes y construir alianzas con instituciones especialistas en estas líneas de investigación.

Así mismo, se identifica que para la línea de investigación en Gestión de la Seguridad Operacional las temáticas responden a las propuestas en los lineamientos para la articulación 2021 de la Epfac, y se denota que, en ella, nuevas oportunidades pueden llegar a establecerse desde el programa, con enfoques en elementos normativos y en la administración hacia planes de prevención que logren implementar una cultura predictiva en materia de seguridad operacional.

Es de mencionar que la línea de Investigación de Accidentes Aéreos es nueva y se encuentra formulada a partir del 2019 (Maeso, 2019a). Esto es producto de la actualización de la renovación del registro calificado del programa, y que —a consideración de la Dirección del programa— es vital y cumple con los criterios básicos de la gestión de la seguridad, partiendo de un elemento reactivo toda vez que los eventos ya han sucedido y se deben emplear medidas de mitigación bajo hechos cumplidos.

## Conclusiones

La tendencia de la investigación desde la formación de magíster en Seguridad Operacional en los últimos años, desde su constitución como programa académico, fundamenta la ontogénesis de ella, porque ha contribuido en la fundamentación de un campo de conocimiento específico dentro de la FAC. Se destaca el riesgo psicosocial, ergonómico e integral y la protección del piloto frente a las condiciones culturales, sociales y ambientales a las que se enfrenta diariamente.

Entre los elementos hermenéuticos interpretados en los trabajos de grado está el interés por la

accidentalidad y su prevención; es decir, por identificar causas, efectos y mitigación del riesgo en contextos diversos, donde los actores involucrados son directamente los estudiantes desde su rol dentro de la FAC. Partiendo también de experiencias internacionales, pretenden proponer nuevas formas de actuar establecidas por ellos en guías, manuales, protocolos o herramientas.

Algunos de los desafíos de la Maeso son: focalizar el campo de acción de las investigaciones y revisar la intencionalidad dentro de cada línea de investigación y la coherencia con los perfiles de los estudiantes que ingresan, ya que el interés es dar respuesta a las problemáticas que identifican en su puesto de trabajo.

## Referencias

- Aponte Díaz, J. L. y Corzo Zamora, M. A. (2019). *El estrés térmico en las actividades de los vuelos de prueba en el Comando Aéreo de Combate No. 4: afectaciones y recomendaciones para su control* [tesis de maestría, Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana]. Repositorio institucional Epfac. <https://cutt.ly/WV35KkW>
- Arboleda Medina, A., Ramírez, B., Ariza Ariza, L. G., Rodríguez Guerrero, N. I. (2020). Estudio de presencia y afectación del síndrome de *burnout* en instructores de TH-67, en la Escuela de Helicópteros de las Fuerzas Armadas de Colombia. *Revista Ciencia y Poder Aéreo*, 15(2), 6-17. <https://cutt.ly/xV36I9A>
- Bernal Torres, C. A. (2006). *Metodología de la investigación*. Pearson Prentice Hall.
- Bayley, Z. (1995). *La incorporación de la investigación al perfil profesional del pregrado*. Universidad Simón Rodríguez.
- Campo Pérez, D. (2019). *Modelamiento del error humano en los pilotos de A29B del Comando Aéreo de Combate No. 2, basado en el modelo HEMA en situaciones de emergencia* [tesis de maestría, Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana]. Repositorio institucional Epfac. <https://cutt.ly/2V8qoTA>
- Cusick, S. K., Cortés, A. I. y Rodrigues, C. C. (2017). *Commercial aviation safety*. McGraw-Hill Education.
- Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana (Epfac). (2021). *Lineamientos para la articulación de la investigación*. <https://cutt.ly/oV8tFoi>

- Fuerza Aérea Colombiana (FAC). (2020). *Manual de investigación para la elaboración de trabajos de grado* (4.ª ed.). Escuela Militar de Aviación Marco Fidel Suárez. <https://cutt.ly/NV8iQgM>
- Flores, R. C. (2022). Prácticas investigativas en educación ambiental. *Revista Latina de Sociología*, 11(1), 88-113. <https://doi.org/10.17979/relaso.2021.11.1.7179>
- Giraldo Montoya, J. P. y Lizcano Gómez, Y. A. (2018). *Programa de prevención para la administración del riesgo por factor técnico, aplicado a la flota de aeronaves T-37B* [tesis de maestría, Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana]. Repositorio institucional Epfac. <https://cutt.ly/EV8qWje>
- López Noguera, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *XXI: Revista de Educación*, (4), 167-180. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=309707>
- Maestría en Seguridad Operacional (Maeso). (2019a). *Documento maestro de la Maestría en Seguridad Operacional*. Epfac.
- Maestría en Seguridad Operacional (Maeso). (2019b). *Proyecto Educativo de Programa*. Epfac.
- Mallard, D. (2016). *The human factor in safety and operations*. EHSToday. <https://www.ehstoday.com/training-and-engagement/article/21917614/the-human-factor-in-safety-and-operations>.
- Presidencia de la República. (2019, 25 de julio). Decreto 1330 de 2019. *Por el cual se sustituye el Capítulo 2 y se suprime el Capítulo 7 del Título 3 de la Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015 -Único Reglamentario del Sector Educación*. Diario Oficial 51.025. [https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-387348\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-387348_archivo_pdf.pdf)
- López Páez, G. A. y Corzo Zamora M. A. (2019). *Herramienta de entrenamiento basada en funcionamiento neuropsicológico y fisiológico en operadores de Aeronaves Remotamente Tripuladas SCAN EAGLE de la Fuerza Aérea Colombiana* [tesis de maestría, Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana]. Repositorio institucional Epfac. <https://cutt.ly/CV8lWfR>
- Montoya Agudelo, C. A., Boyero Saavedra, M. R., Montenegro Velandia, W. Arango Benjumea, J. J. (2017). *El factor humano como elemento competitivo para la organización moderna*. <https://www.escolme.edu.co/wp-content/uploads/2017/03/El-factor-humano-como-elemento-competitivo-para-la-organizacion-moderna.pdf>
- Packer, M. J. (2013). *La ciencia de la investigación cualitativa*. Ediciones Uniandes.
- Organización de Aviación Civil Internacional (Oaci). (2013). *Manual de Gestión de la Seguridad Operacional* (3.ª ed.). <https://cutt.ly/zV8xHwQ>
- Padrón Guillén, J. (2001). El problema de organizar la investigación universitaria. Línea de investigación en enseñanza/aprendizaje de la investigación. *Diálogos Universitarios de Postgrado*, (11), 9-33.
- Rocha Castillo, S. (2018). *Plan de acción para la prevención de accidentes aéreos en instrucción de vuelo desde el sistema de clasificación y análisis de factores humanos (HFACS), asociados a la aviación comercial en Colombia como contribución a la seguridad operacional* [tesis de maestría, Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana]. Repositorio institucional Epfac. <https://repositorio.crai-fac.com/handle/20.500.12963/435>
- Rodríguez Albán, M. (2012). Líneas de investigación y diálogo en los procesos investigativos en el campo universitario ecuatoriano. *Latinoamérica. Revista de Estudios Latinoamericanos*, (54), 155-181. <http://dx.doi.org/10.22201/cialc.24486914e.2012.54.56478>
- Rodríguez Sossa, J. C. y Malpica, D. L. (2019). Propuesta de un procedimiento para la utilización del maletín de vuelo electrónico a partir de la determinación de cargas de trabajo en cabina para los pilotos de helicóptero BELL 212 de CACOM-4 [tesis de maestría, Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana]. Repositorio institucional Epfac. <https://cutt.ly/mV8xu0V>
- Salas, E., Maurino, D. y Curtis, M. (2010). Human factors in aviation: an overview. *Human factors in aviation* (E. Salas y D. Marino, eds.; pp. 3-19). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374518-7.00001-8>
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (4.ª ed.). Editorial Limusa.
- Uribe Taborda, A. E. (2019). *Análisis de radiaciones de frecuencia emitidas por los equipos de inteligencia de señales a bordo de la aeronave King FAC-5748* [tesis de maestría, Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana]. Repositorio institucional Epfac. <https://cutt.ly/YV8cHaL>