



Simuladores de vuelo: transformando el proceso educativo de Pilotos de ala fija en la Fuerza Aeroespacial Colombiana

Mayor (FAC) Cristian Andrés Russi Vega

Artículo para optar al título profesional:

Magister en Seguridad y Defensa Nacionales

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"
Bogotá D.C., Colombia
2025

DATOS GENERALES	
Nombre del estudiante	: Mayor (FAC) Cristian Andrés Russi Vega
Identificación	: 1012327930
Programa académico	: Maestría en Seguridad y Defensa Nacionales
Tutor metodológico	: DO. PhD. Claudia Patricia Garay Acevedo
Tutor temático	: DO. Oscar Orlando Porras Rodríguez
Fecha de entrega	: 24 de agosto de 2025
Extensión	: 8.826 palabras

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y CESIÓN DE DERECHOS

El autor declara que este artículo fue escrito de acuerdo con la normatividad de la Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto” (ESDEG) y no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con este. Las posturas y aseveraciones presentadas son resultado de un ejercicio académico e investigativo que no representan la posición oficial ni institucional de la ESDEG, las Fuerzas Militares de Colombia o el Ministerio de Defensa Nacional.

Este artículo es enteramente mi propio trabajo y no ha sido presentado para la obtención de un título en esta u otra Institución de Educación Superior. Se han referenciado todos los trabajos y puntos de vista de otros autores, así como los datos de otras fuentes utilizadas. No se emplearon herramientas de generación de contenido por Inteligencia Artificial para su elaboración.

El autor acepta ceder los derechos de publicación en favor de la ESDEG y su Sello Editorial de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

El autor autoriza que este artículo sea publicado por el Sello Editorial ESDEG en su repositorio institucional y esté disponible bajo una modalidad de acceso abierto.

Simuladores de vuelo: transformando el proceso educativo de Pilotos de ala fija en la Fuerza Aeroespacial Colombiana

Flight Simulators: transforming the educational process of fixed-wing pilots in the Colombian Aerospace Force

Cristian Andrés Russi Vega*

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Resumen: el objetivo de este artículo es analizar el proceso educativo de los pilotos de ala fija de la Fuerza Aeroespacial Colombiana en relación con el uso de simuladores de vuelo institucionales, destacando su impacto estratégico en el fortalecimiento de competencias para afrontar escenarios de alta complejidad en las operaciones militares aéreas. En este sentido y mediante un enfoque metodológico mixto, se describe la evolución histórica del empleo de esta herramienta en la institución, se examina su situación actual y se proponen recomendaciones derivadas de los principales hallazgos, que permiten identificar la existencia de avances tecnológicos y dispositivos disponibles, con una integración curricular y uso no homogéneo entre los grupos de pilotos organizados según el tipo de aeronave que operan. Ante esta realidad, se plantean lineamientos estratégicos orientados a optimizar los recursos existentes, fortalecer las competencias del talento humano y consolidar un proceso educativo acorde con los requerimientos contemporáneos de la seguridad y defensa nacionales.

Palabras clave: aprendizaje experiencial; currículo; proceso educativo; simulador de vuelo.

Abstract: the objective of this article is to analyze the educational process of fixed-wing pilots in the Colombian Aerospace Force in relation to the use of institutional flight simulators, highlighting their strategic impact on strengthening competencies required to face highly complex scenarios in military air operations. In this regard, and adopting a mixed-methods approach, the historical evolution of the use of this tool within the institution is described, its current state is examined, and recommendations are proposed based on the main findings, which allow us to identify the existence of technological advances and available devices, alongside a non-homogeneous curricular integration and use among pilot groups organized according to the type of aircraft they operate. In light of this situation, strategic guidelines are proposed to optimize existing resources, enhance human talent competencies, and consolidate an educational process aligned with the contemporary requirements of national security and defense.

Keywords: experiential learning; curriculum; educational process; flight simulator.

* Mayor de la Fuerza Aeroespacial Colombiana. Candidato a magíster en seguridad y defensa nacionales, Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”, Colombia. Profesional en Administración Aeronáutica, Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suárez”, Colombia. <https://orcid.org/0009-0002-2773-826X> - Contacto: cristian.russi@fac.mil.co

Introducción

El proceso educativo orientado a la capacitación y entrenamiento de los pilotos de ala fija en la Fuerza Aeroespacial Colombiana (en adelante FAC), es un proceso riguroso que busca garantizar la seguridad, eficacia y eficiencia en las operaciones aéreas. Frente a esta realidad, el uso de simuladores de vuelo ha cobrado una relevancia significativa, al permitir el fortalecimiento de competencias en las tripulaciones sin incurrir en los altos costos operativos y riesgos asociados al uso de aeronaves reales.

La necesidad institucional de fortalecer la preparación de los pilotos militares, mediante una integración efectiva de los simuladores de vuelo alineada con los lineamientos académicos de la FAC, motiva el presente estudio, el cual busca responder la pregunta de investigación sobre la manera en que puede fortalecerse el proceso educativo de los pilotos de ala fija en el marco del uso de los simuladores de vuelo institucionales. Atender este planteamiento permitirá contribuir al buen desarrollo de las operaciones aéreas enmarcadas en un contexto de seguridad y defensa de la Nación.

En consecuencia, la investigación se apoya inicialmente en un análisis bibliográfico, que permite recopilar conceptos e información relevante sobre la simulación de vuelo y el fortalecimiento de los procesos educativos. Además, se fundamenta principalmente en teorías de Díaz (2003), quien plantea la articulación entre la didáctica y el currículo desde una perspectiva institucional y de Kolb (1984), quien propone el aprendizaje experiencial como un proceso cíclico que transforma la experiencia en conocimiento.

A partir de la normatividad relacionada al uso de simuladores de vuelo de la FAC, se abordarán lineamientos descritos en el manual de instrucción y entrenamiento de vuelo (en

adelante MINEV), en el cual, la FAC (2022) define como parte de su objetivo el establecer los parámetros que rigen la formación y capacitación de los oficiales del cuerpo de vuelo. Asimismo, se considerará el programa de instrucción y entrenamiento de vuelo (en adelante PIE), mediante el cual cada equipo establece la ruta formativa específica para sus tripulantes de vuelo.

En el ámbito académico, Carbonell (2005) resalta la necesidad permanente de transformar las prácticas educativas vigentes, con base en un conjunto de ideas que impulsen la innovación y la renovación pedagógica (pp. 11-12). En este sentido, aunque los simuladores ofrecen un espacio idóneo para la capacitación y el entrenamiento, su impacto depende de aspectos como el diseño curricular, la metodología de enseñanza y la disponibilidad tecnológica. Por consiguiente, resulta esencial analizar el proceso educativo de los pilotos de ala fija de la FAC mediante el uso de simuladores de vuelo institucionales, lo cual constituye el objetivo principal de esta investigación.

Es de resaltar que, a través del desarrollo investigativo, se ha demostrado la importancia y la eficacia de los simuladores de vuelo en la formación de pilotos. Así, un estudio realizado en la universidad de Illinois por Lintern (1978) encontró que los pilotos que se entrenaron con simuladores de vuelo mostraron un mejor desempeño en vuelo real que aquellos que no lo hicieron. En otro estudio, Hays et al. (1992) efectuaron una revisión exhaustiva sobre la efectividad del entrenamiento en simuladores de vuelo, destacando que son una herramienta fundamental en la preparación de los pilotos para situaciones de emergencia, al mejorar el desarrollo de sus competencias. En el mismo sentido, Villamil et al. (2018) destacan que los simuladores ofrecen un entorno seguro para el aprendizaje, permitiendo evaluar errores humanos y técnicos sin poner en riesgo vidas. Asimismo, Bolívar

et al. (2017) explican la importancia del uso de los simuladores de vuelo y se centran en determinar los requisitos para su utilización y las misiones mínimas que deberían volar los pilotos que efectúan su capacitación y entrenamiento en simuladores contratados por la FAC a proveedores externos, excluyendo el fortalecimiento del proceso educativo mediante los simuladores propios de la institución.

En efecto, el desarrollo de este artículo, en primer lugar, describirá la evolución histórica del uso de simuladores de vuelo de la FAC, partiendo de un análisis teórico y conceptual que resalte su importancia, con un enfoque específico en los simuladores de aeronaves de ala fija, destacando a su vez, los avances tecnológicos y la relevancia de su utilización para la mejora continua del proceso educativo de pilotos de este tipo de aeronaves.

En segundo lugar, se examinará la situación actual del uso de simuladores de vuelo institucionales en el proceso educativo de los pilotos de ala fija de la FAC, mediante el análisis y cruce de datos que permitirán identificar puntos clave en el desarrollo de la investigación.

Finalmente, destacando la gran relevancia que reviste el estudio de esta temática debida a la creciente complejidad del entorno aeronáutico y la constante evolución de las tecnologías aplicadas a la capacitación y entrenamiento de vuelo, se propondrán recomendaciones orientadas a fortalecer mencionado proceso educativo.

Metodología

En la presente investigación se emplea un enfoque metodológico mixto, el cual es definido por Hernández y Mendoza (2018) como una aproximación a la investigación que

implica la recopilación, el análisis y la integración de datos tanto cuantitativos como cualitativos en un mismo estudio. Así, en el contexto cualitativo, se efectúa un análisis documental que incluye artículos académicos, libros, normatividad e información de diversas fuentes que aportan al análisis de la capacitación y entrenamiento de pilotos de ala fija de la FAC en relación al uso de simuladores de vuelo, permitiendo así, identificar los conceptos y teorías relevantes, la evolución de la temática en la FAC, las buenas prácticas y recomendaciones que se traducen en desafíos asociados al uso de esta herramienta. A su vez, se contempla la aplicación de una entrevista semiestructurada al Director Entrenamiento Operaciones Aéreas, como actor idóneo y experto en la temática, permitiendo captar una percepción del nivel estratégico de la institución, identificar tendencias y complementar, respaldar o contrastar los hallazgos de la investigación.

Por su parte, en el contexto cuantitativo, se proyecta la aplicación y análisis de encuestas a una muestra dirigida de 24 pilotos estandarizadores de los 24 diferentes tipos de aeronaves de ala fija con las que cuenta la FAC, ya que estos Oficiales son los encargados de actualizar la doctrina operativa y táctica, además de ser las personas idóneas y con suficiente experiencia en la educación brindada a través del uso de simuladores de vuelo; en este sentido, dada la necesidad de obtener información de actores con alta idoneidad técnica y doctrinal y el hecho de abarcar personal experto del 100% de los equipos de ala fija de la FAC, se asegura hallazgos representativos y de mayor validez para el universo de interés.

Así, de acuerdo con el planteamiento de Hernández y Mendoza (2018), la recolección simultánea de datos cualitativos y cuantitativos provenientes de distintos niveles jerárquicos dentro de la organización, con el propósito de integrar múltiples perspectivas sobre un mismo fenómeno, corresponde a un diseño concurrente de varios niveles. A través de este diseño, la

integración de los resultados obtenidos de las fuentes documentales, las encuestas y la entrevista aplicada permitirá incrementar la credibilidad y validez de la investigación, mediante la verificación de la complementariedad, la convergencia y la divergencia de la información. Esta triangulación de fuentes contribuirá a reducir posibles sesgos de interpretación y a fortalecer la consistencia y solidez de los hallazgos.

En definitiva, el estudio se enmarca dentro de una investigación de tipo descriptivo, analítico y propositivo; esto se debe a que busca comprender y analizar el proceso educativo de los pilotos de ala fija de la FAC, en relación con el uso de simuladores de vuelo institucionales, integrando el análisis de información basada en referencias bibliográficas, la percepción del personal experto involucrado y la elaboración de recomendaciones enfocadas en optimizar dicho proceso.

[T1] Generalidades, conceptos y evolución histórica del uso de simuladores de vuelo de aeronaves de ala fija en la FAC

A lo largo de la historia, las aeronaves de ala fija han desempeñado un rol fundamental en la consolidación de la superioridad aérea durante los conflictos armados. En este sentido, Douhet (2019) sentó las bases del pensamiento moderno sobre el dominio del aire, al destacar la importancia estratégica de los aviones bombarderos y cazas como instrumentos decisivos en la guerra. A su vez, Gray (2014) subrayó que el poder aéreo ha sido determinante en los conflictos contemporáneos, señalando que los aviones de combate son los que han permitido a las fuerzas militares dominar en el espacio aéreo. Del mismo modo, Lambeth (2000)

argumentó que la superioridad aérea es una misión asignada en gran medida a aeronaves rápidas y de alto rendimiento, lo cual se asocia a la utilización de aeronaves de ala fija.

En efecto, en el contexto de seguridad y defensa nacionales, la dinámica cambiante de las relaciones internacionales y la necesidad de mantener capacidades enfocadas a lograr interoperabilidad con actores externos, disuadir a potenciales antagonistas, estar preparados ante posibles agresiones y a proteger los intereses nacionales, exigen el establecimiento de altos estándares de entrenamiento, cobrando mayor relevancia la intención de fortalecer la capacitación y entrenamiento de los pilotos que comandan aeronaves de ala fija en la FAC, lo que se abordará desde la perspectiva del uso de los simuladores de vuelo de esta institución.

Además, como lo destacan Lushenko y Hammerschmidt (2015), es importante tener un entrenamiento militar realista a través de un ambiente integrado de mecanismos de apoyo tecnológico, con el fin de llevar a cabo tareas esenciales de la misión y afrontar los desafíos de un mundo complejo. En este sentido, la misión definida por la FAC (2025) es “volar, entrenar y combatir para vencer y dominar en el aire, el espacio y el ciberespacio, en defensa de la soberanía, la independencia, la integridad territorial, el orden constitucional y contribuir a los fines del Estado” (p.12). Para ello, entre diversas tareas para cumplir la misión, la institución concentra esfuerzos en mantener entrenadas a las tripulaciones de sus diferentes aeronaves, apoyándose en el uso de simuladores de vuelo.

Enfoque conceptual relacionado al proceso educativo y la simulación de vuelo:

Para generar una orientación clara de la temática a desarrollar, se hace necesario partir del significado de un simulador de vuelo. De este modo, se destaca el concepto expuesto por Rolfe y Staples (1986), como el sistema creado para recrear de forma precisa la experiencia

de volar, proporcionando estímulos visuales, sonoros y de movimiento para capacitar a los pilotos dentro de un ambiente operacional en el que se mantiene un entorno seguro y controlado.

Además, es pertinente hacer alusión al proceso educativo, definido por Díaz (2003) como un fenómeno complejo y multidimensional que abarca desde la planificación institucional, a través del currículum, hasta las dinámicas de enseñanza y aprendizaje, incluyendo la evaluación del progreso y la acreditación de los resultados; se trata de un proceso influenciado por factores históricos, sociales, culturales e institucionales, que exige una articulación coherente entre el currículo y la didáctica (pp. 2-12). En este marco, el proceso educativo se concibe como aquel que permite a los alumnos integrar, a partir de sus experiencias de aprendizaje, lo estipulado en los diseños curriculares.

Asimismo, es relevante asociar este proceso educativo al uso de la simulación, que según Gredler (1994) permite la inmersión en escenarios realistas donde los alumnos desarrollan habilidades y competencias sin asumir los riesgos asociados a la práctica en entornos reales. De ahí, la importancia de contar con programas de instrucción y entrenamiento que ofrezcan experiencias formativas con el uso de simuladores de vuelo, a fin de consolidar aprendizajes aplicables a la operación real de las aeronaves.

Evolución histórica de los simuladores de vuelo en la FAC:

Los simuladores de vuelo han evolucionado significativamente, pasando de dispositivos mecánicos básicos a sistemas digitales avanzados que replican con alta fidelidad las condiciones reales de vuelo. En la FAC, su adopción ha permitido entrenar a los pilotos en entornos controlados, reduciendo riesgos y costos asociados al uso de aeronaves reales.

Como lo mencionan Villamil et al. (2018) “los simuladores de vuelo permiten realizar maniobras de aprendizaje que en una aeronave real no se podrían, ya que se pueden analizar desde fallas humanas hasta las de la aeronave” (p.139). En este sentido, la FAC ha involucrado el uso de simuladores de vuelo, de acuerdo al surgimiento de nuevas tecnologías asociadas a este campo y a las limitaciones presupuestales para su adquisición.

Según Gutiérrez (2008), desde mediados de la década de los setenta la FAC contaba con tres simuladores de vuelo conocidos con la nomenclatura Frasca 101C; posteriormente, adquirió otros dispositivos como el simulador de aeronaves de tipo T-27M en 1994 y el Frasca 242-T en el 2002.

Además, según Franco (2010), desde el año 2003 se evidenció un creciente interés por fomentar el uso de simuladores en los procesos de instrucción y entrenamiento de futuros pilotos militares, destacando iniciativas como la Fuerza Aérea Virtual, donde un grupo de personas utilizaban computadoras personales con programas de simulación para su entrenamiento de vuelo (paras. 4-9). De hecho, pasaron de utilizar accesorios como un Joystick y la disposición de cabinas artesanales construidas en madera, hasta adaptarse con ambientes de salas virtuales conectadas en red para la simulación aérea aplicada en un ámbito de operaciones militares.

Con la evolución tecnológica, el impulso en investigación, desarrollo e innovación y el crecimiento del mercado de la simulación de vuelo, la FAC incorporó simuladores de las aeronaves T-37B y A-29B en el año 2009 y llegó a disponer en las últimas décadas, de simuladores de las aeronaves Kfir, AC-47T, Cessna 172, C-208, King 350, T-41D y T-90, las cuales son aeronaves que esta institución dispone para la operación de vuelo real. Además, se adquirieron dispositivos considerados como estaciones básicas de entrenamiento por

computador y otros como el entrenador virtual de procedimientos de aviónica (VAPT por sus siglas en inglés).

Finalmente, como lo menciona la FAC (2024a), con la adquisición que tuvo la institución de un simulador de la aeronave Texan-6C, se incursionó en el uso de tecnología de realidad virtual y aumentada, lo cual genera oportunidades de capacitación y entrenamiento que se pueden extender para el beneficio de los pilotos militares de la FAC y hasta de las Fuerzas Militares regionales. De hecho, actualmente la FAC cuenta con una cantidad considerable de dispositivos de simulación de vuelo (mostrados a continuación en la Tabla 1), que puede aprovechar para contribuir al entrenamiento aeronáutico de las tripulaciones de ala fija.

Tabla 1. Dispositivos propios de la FAC para entrenamiento aeronáutico de pilotos de ala fija

	Unidad FAC	Dispositivos de simulación - FAC (Fabricante)	Año inicio operación	Cantidad
1	CATAM	King Air B200 (Frasca)	2002	1
2		EPT (Spectrum Sistemas y Electrónica S.A.S - FAC)	2015	1
3		ALX 105 (Alsim Training Solutions)	2021	1
4		VAPT (Escuela Colombiana de Entrenamiento Aeronáutico S.A.S)	2021	1
5		A11 B350ER (Entrol)	2021	1
6	CACOM-1	KFIR (Elbit Systems)	2017	2
7		AC-47T (Palcort Tech)	2022	1
8		MCX - Cessna 172S G1000 (Redbird Flight Simulations, Inc.)	2019	1
9		T-6C (Vertex Solutions)	2024	1
10		FX 9000 (BS - Motion)	2018	1
11	CACOM-2	EMB 312 – T-27M (ABC Dados – Modificado Palcort Tech)	1995	1
12		EMB 314 – A-29B (Embraer)	2009	1
13	CACOM-3	FX 9000 (BS - Motion)	2016	1
14		VR A-29B (Simarc S.A.S)	2020	1
15	EMAVI	PI-135 – Pro Garmin 1000 (Elite Simulation Solutions)	2019	1
16		T-41D (Emavi)	2016	1
17		MCX - Cessna 172S G1000 (Redbird Flight Simulations, Inc.)	2019	1
18		T-90 C (Emavi)	2013	1
19	GACAS	Simaer C-208B (Codaltec)	2020	1
Total de dispositivos de simulación aeronáutica en la FAC				20

Fuente: elaboración propia con base a información consolidada por la Jefatura Educación Aeronáutica y Espacial (en adelante JEAES) (2023) y FAC (2024a).

De esta manera, es posible visualizar cómo la adquisición de nuevas tecnologías de simulación de vuelo en la FAC, ilustra la evolución tecnológica en esta industria. En la actualidad, los avances permiten operar simuladores con capacidades de realidad virtual que plantean escenarios totalmente inexistentes, de realidad aumentada con la superposición de contenido digital en un entorno real y de realidad mixta en la que mezcla la realidad virtual y aumentada (Fernández, 2018). No obstante, un estudio de Auer et al. (2021) comparó los simuladores de vuelo físicos con los simuladores basados en realidad virtual, indicando que, aunque estos pueden ofrecer una experiencia de entrenamiento exitosa y de menor costo en esta industria, los simuladores físicos siguen siendo de preferencia para la formación profesional de los pilotos, debido a su confort y precisión al replicar las condiciones reales de vuelo.

Clasificación de los simuladores de vuelo para la FAC:

Cada simulador de vuelo tiene distintos niveles de semejanza a la realidad vivida en las aeronaves reales y esto depende de su tecnología, de las capacidades de movimiento y vibración, de su proyección de imagen, entre otros aspectos. Por este motivo, no todos los simuladores pueden ser avalados para certificar a un piloto en la operación de una aeronave y en algunos casos de capacidades limitadas, son solo usados para familiarización y entrenamiento de procedimientos básicos. De hecho, basándose en conceptos de la Organización de Aviación Civil Internacional, la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (en adelante UAEAC) (2022) establece en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (en adelante RAC) unos niveles de calificación para los simuladores de vuelo, a los que denomina *Flight Simulators Training Device* (en adelante FSTD), dividiéndolos

entre *Aviation Training Device* (en adelante ATD), *Flight Training Device* (en adelante FTD) y *Full Flight Simulator* (en adelante FFS).

Ahora bien, resaltando las condiciones pedagógicas que ofrece cada nivel de simulador de vuelo, los ATD se clasifican en un nivel básico que es útil para el entrenamiento esencial de procedimientos y navegación y que no requiere necesariamente replicar una cabina real, así como en un nivel avanzado que permite representar una aeronave específica y un entrenamiento un poco más desarrollado; a su vez, los FTD se clasifican en niveles del 4 al 7, siendo el nivel 4 una representación básica del avión, sin movimiento y sin un campo visual avanzado, el nivel 5 de una mayor fidelidad, con algunos sistemas y configuración reales, el nivel 6 con un mayor realismo, modelos aerodinámicos similares, sistemas y configuración específica y el nivel 7 como el más avanzado de los FTD, con mejores efectos visuales, sistemas completos y un movimiento limitado (UAEAC, 2022).

Finalmente, los FFS los clasifica en niveles del A al D, donde el nivel A tiene un sistema de movimiento de al menos tres grados de libertad, el nivel B tiene un sistema de movimiento en tres ejes y un modelo de más alta fidelidad aerodinámica que el nivel A; el nivel C tiene un sistema de movimiento con seis grados de libertad y un campo de visión horizontal externo de al menos 75° y el nivel D, un campo de visión horizontal externo de al menos 150°, con equipos, movimientos, sonidos, vibraciones, entre varios aspectos que permiten tener una experiencia de vuelo de mayor fidelidad (UAEAC, 2022).

Cabe aclarar, que las características mencionadas anteriormente de acuerdo al nivel, son solo algunas relevantes de varias que se deben cumplir para determinar realmente el nivel del simulador de vuelo.

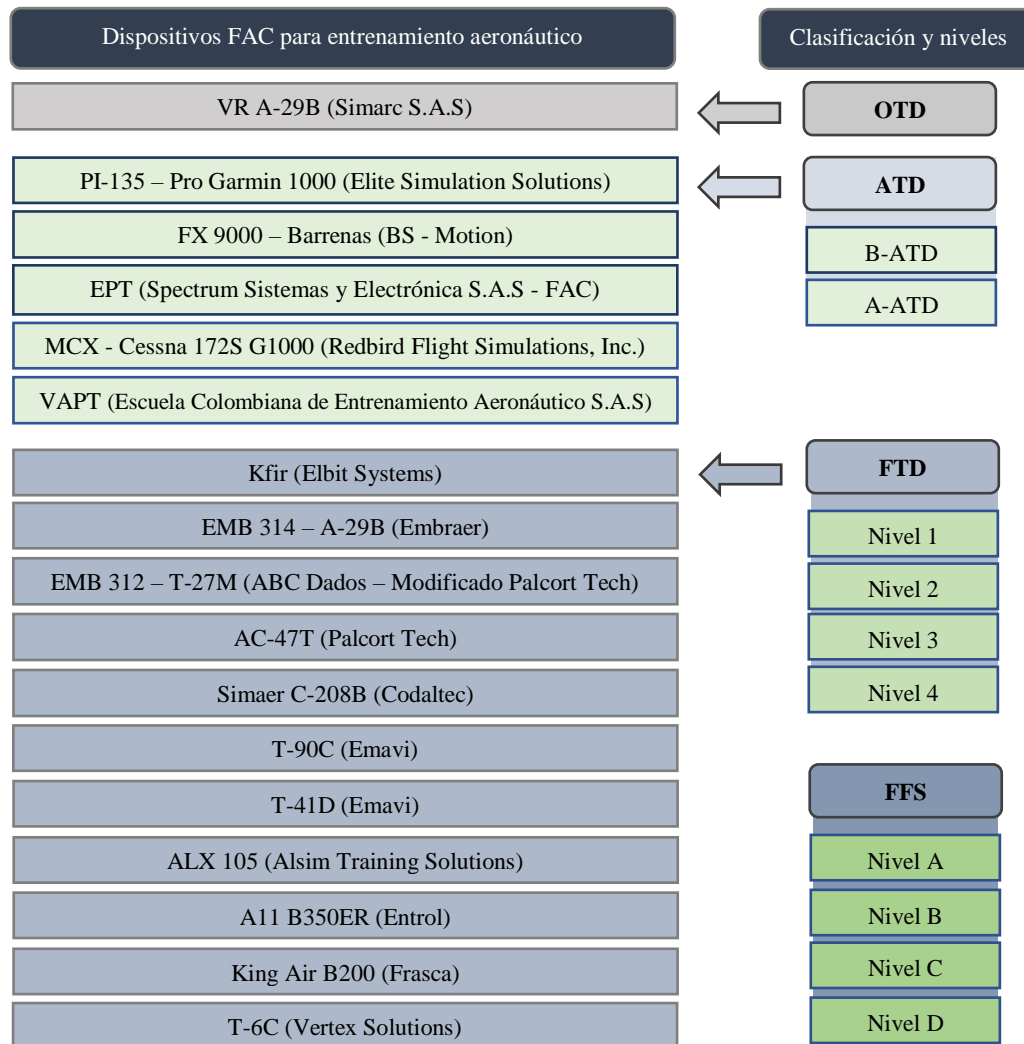
Aunque la tecnología de simulación con realidad virtual, aumentada y mixta, ha permitido explorar nuevos modos de enseñanza para las tripulaciones, los FFS siguen siendo considerados los de mayor fidelidad para la capacitación y entrenamiento de los pilotos.

Es importante mencionar, que la aviación de las Fuerzas Militares de Colombia, la Policía Nacional y Aduanas, se guían por lo estipulado en el Reglamento Aeronáutico Colombiano de la Aviación de Estado (en adelante RACAE); sin embargo, este presenta algunos vacíos en la normatividad que debería contemplar para regular de una manera más específica todas las dimensiones del campo aeronáutico de la aviación de Estado y a su vez se guía en gran medida en la normatividad expuesta en los RAC. Así, en la temática de simuladores de vuelo establecida en el RACAE, la FAC (2018) se enfoca en destacar su importancia y en definir requisitos mínimos para mantener los estándares de seguridad a través del entrenamiento de las tripulaciones.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, en la FAC se correlacionan los simuladores de vuelo institucionales con los niveles establecidos en el RAC y una categoría de *Other Training Device* (en adelante OTD) para simuladores no considerados como FSTD, lo cual se efectúa para tener una idea más clara de las capacidades institucionales en materia de simulación de vuelo. No obstante, solo se muestra una semejanza a la clasificación y niveles establecidos en el RAC y en la doctrina internacional, teniendo en cuenta que se requiere un proceso completo de certificación para determinar el nivel correspondiente a cada simulador. Cabe destacar que la FAC (2023), a través de la Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado (en adelante AAAES), en el RACAE 141 menciona que los centros de educación aeronáutica de la aviación de Estado que utilicen simuladores de vuelo para el programa

académico, pueden verificar el tipo de aeronave o de simulador al que corresponde el dispositivo, lo cual hace pertinente esta correlación.

Figura 1. Clasificación de dispositivos FAC para la simulación aeronáutica



Fuente: elaboración propia con base a información consolidada por la JEAES (2023).

La FAC (2018) en el RACAE, establece que las instituciones de aviación de estado deben elegir la categoría más alta de simuladores de vuelo para entrenar a sus tripulaciones. Aunque esta categoría correspondería a un FFS de nivel D, la figura 1 muestra que la FAC no cuenta con estos para el entrenamiento de los pilotos de ala fija. Sin embargo, todos los

otros dispositivos pueden favorecer el proceso educativo. De hecho, la FAC (2023), a través de la AAAES, en el RACAE 141 menciona que los simuladores de vuelo pueden ser utilizados como herramienta de familiarización, de conocimiento de procedimientos de cabina, para instrucción básica y entrenamiento de vuelo por instrumentos. Asimismo, con el fin de lograr los mejores estándares de entrenamiento, la FAC contrata servicios para utilizar simuladores de vuelo de empresas externas que cuentan con mejores dispositivos y capacidades, como los FFS de nivel D. De esta manera, logra mantener la formación y entrenamiento de la totalidad de pilotos de la institución.

Beneficios y desafíos del uso de simuladores de vuelo:

Entre los principales beneficios del uso de simuladores de vuelo en el proceso educativo de pilotos de ala fija, se evidencian múltiples ventajas relacionadas a la seguridad, la reducción de costos en comparación al entorno real, la flexibilidad en la personalización de escenarios, la repetición y la retroalimentación; ventajas que han sido reconocidas en diversas fuerzas aéreas a nivel mundial (Blickensderfer et al., 2005). Según la JEAES (2023) se registra un promedio superior a 5.000 horas de vuelo anuales utilizando los simuladores de vuelo institucionales, lo cual representa más de 2.500 misiones efectuadas. Es así, que el uso de este medio didáctico, contribuye a la capacitación y entrenamiento del personal de pilotos y permite un beneficio considerable tanto en la optimización de recursos, como en la seguridad de las operaciones aéreas que realiza la FAC en el marco constitucional.

No obstante, la integración de simuladores en la formación de pilotos presenta desafíos que deben ser abordados, garantizando que los escenarios simulados sean cercanos a la realidad para asegurar una transferencia efectiva de habilidades al entorno real. Según el

Alpha Aviation Group (2023), el uso de los simuladores de vuelo presenta sus principales desafíos en replicar con total precisión la sensación de movimiento, en reproducir la sensación exacta del aterrizaje y el rodaje y en recrear el estrés que se puede sentir en un vuelo real. Además, los programas de entrenamiento, deben integrar enfoques pedagógicos efectivos y la comprobación de la transferencia de habilidades adquiridas en el simulador al entorno real (Forero, 2024). Por cierto, Hernández (2020) muestra la importancia de adaptar el currículo de formación para optimizar los simuladores y conseguir que los instructores que se desempeñen de una manera más competente en su labor (p. 115).

En este sentido, los beneficios y desafíos identificados en el uso de simuladores de vuelo reflejan su importancia en la formación de las tripulaciones de ala fija en la FAC. De hecho, el desarrollo de la primera parte de la investigación permitió evidenciar su valor educativo y estratégico, al analizar su evolución histórica, su clasificación según a niveles tecnológicos y la correlación con las capacidades institucionales para ofrecer un entrenamiento eficiente y seguro, en armonía con el cumplimiento de la misión constitucional.

[T2] Estado actual del uso de simuladores de vuelo propios de la FAC en el proceso educativo de los pilotos de ala fija

Es esencial contar con lineamientos definidos para guiar el proceso educativo llevado a cabo por las instituciones, proporcionando así una estructura coherente y orientada a la planificación, ejecución y evaluación del currículo. Es de resaltar, que la ley 115 de 1994, la cual corresponde a la ley general de educación en Colombia, menciona que “Currículo es el

conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local...” (Congreso de la República de Colombia, 1994, art. 76). En efecto, para el contexto de la FAC, los lineamientos institucionales buscan garantizar que el currículo, la pedagogía y los recursos estén alineados con los objetivos estratégicos de seguridad y defensa nacionales, mediante un plan de estudios que responda a las necesidades operacionales y garantice la calidad y pertinencia del proceso educativo frente a los desafíos contemporáneos, los cuales incluyen amenazas híbridas y transnacionales, el combate en entornos multidominio, la exigencia de una respuesta rápida y precisa, el dominio de tecnologías emergentes y la interoperabilidad con otros actores. Todo ello, en un contexto dinámico y de alta complejidad estratégica que requiere pilotos militares competentes y capaces de cumplir con excelencia la misión institucional.

Proceso educativo dirigido al personal de las especialidades de vuelo en la FAC:

En el concepto de currículo, Díaz (2014) destaca que no existe un consenso único acerca de su definición, aunque se ha forjado en torno a dos visiones, una dirigida a la planificación formal de contenidos a nivel de sistema educativo institucional y otra concebida como la realidad vivida y experimentada por los actores involucrados en el contexto académico de la institución.

En este orden de ideas, en cuanto a la planificación formal del sistema educativo de la FAC, el MINEV es el documento que tiene como objetivo, emitir los lineamientos a seguir en el proceso educativo dirigido al personal que ejerce actividades relacionadas a las operaciones de vuelo (FAC, 2022). De hecho, en materia de educación en las especialidades

de vuelo, este manual contempla el direccionamiento estratégico estructurado y controlado por la JEAES y aprobado por el comandante de la FAC.

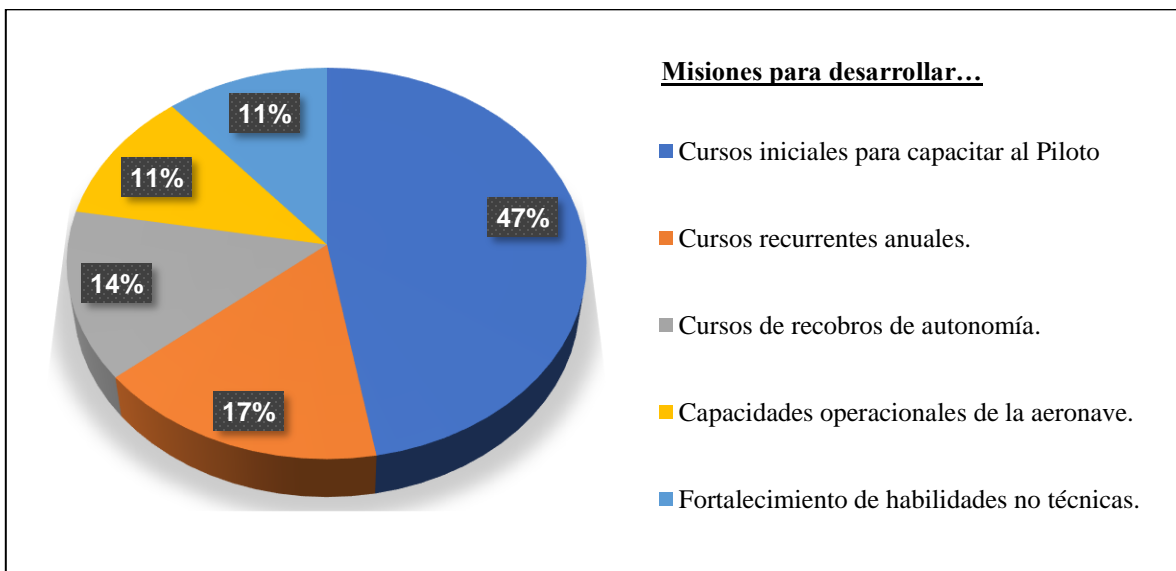
Cabe destacar que, en relación al uso de simuladores de vuelo, el MINEV estipula que solo se validarán los cursos de vuelo que se desarrollen en FFS de nivel C o D (FAC, 2022). Esto implica que, en el caso de no tener un entrenamiento en este tipo de simuladores, se requerirá el desarrollo de misiones de instrucción o entrenamiento en la aeronave real. Por consiguiente, debido a que la institución no cuenta con FFS para las aeronaves de ala fija, contrata los servicios con entidades externas o efectúa un entrenamiento mixto, combinando el desarrollo de misiones en los simuladores institucionales con misiones reales de vuelo.

Adicional, en la FAC, el PIE actúa como plan de estudios, estableciendo los parámetros formales a seguir para la formación y entrenamiento de los pilotos. A su vez, los PIE sirven de guía para el proceso educativo de los tripulantes de vuelo (FAC, 2022). Es de resaltar que, en cada equipo o tipo de aeronave, se cuenta con un PIE que es estructurado por el piloto estandarizador, el cual lo revisa y ajusta periódicamente con apoyo de otro personal experimentado en el área de vuelo.

En cuanto a la realidad vivida y experimentada por los alumnos e instructores, resulta fundamental integrar los aportes derivados de su experiencia, formación e investigación, articulándolos con los lineamientos curriculares, que sirven como referentes que orientan y fortalecen el proceso educativo mediante la elaboración y actualización de los planes de estudio (Ministerio de Educación Nacional, 2018). De esta manera, examinar el estado actual del uso de simuladores de vuelo propios de la FAC, en relación al proceso educativo dirigido a los pilotos de ala fija de la institución, involucra aportes que deben ser generados por integrantes de cada equipo o tipo de aeronave. Por lo anterior, se encuestó al personal experto

y encargado de ajustar y consolidar el PIE y los manuales doctrinales, los cuales son los pilotos estandarizadores de cada equipo y a su vez se entrevistó al Director Entrenamiento Operaciones Aéreas para involucrar aportes desde un punto de vista más estratégico en la institución. Así, en el anexo A y B del presente artículo, se puede ampliar información acerca de la estructura y diseño de estos instrumentos, así como información convergente y divergente obtenida de su aplicación.

Figura 3. Clases de misiones en el PIE de equipos que contemplan el uso de simuladores de vuelo institucionales



Fuente: elaboración propia con base a encuesta aplicada a los pilotos estandarizadores de equipos de ala fija de la FAC por Russi (2025).

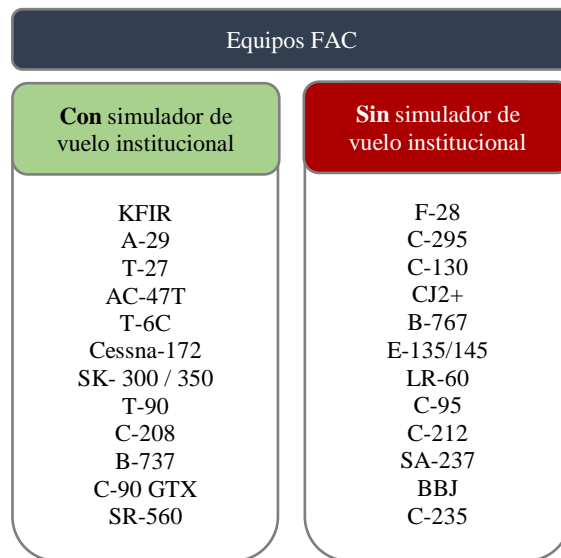
Con base a los resultados de la encuesta realizada por Russi (2025) cabe mencionar que el PIE del 46% de los equipos de la FAC, no tiene contemplado el uso de simuladores de vuelo institucionales. No obstante, el 54% restante lo contempla para desarrollar diferentes clases de misiones como las evidenciadas en la figura 3, destacando en su mayoría el desarrollo de misiones dirigidas a cumplir cursos iniciales que son realizados para adquirir las competencias necesarias para desempeñarse como piloto de un equipo. Esto es reflejo de

contar con ATD y FTD en la FAC, que son adecuados y pertinentes para un enfoque en la fase inicial de capacitación del piloto de un equipo.

Cobertura de simuladores de vuelo institucionales en los equipos de la FAC:

Contar con medios didácticos adecuados, como los simuladores de vuelo, es fundamental para garantizar la calidad del proceso educativo en la formación aeronáutica. Los avances tecnológicos en simulación de vuelo, exigen el uso de dispositivos adecuados para permitir a los alumnos enfrentar situaciones complejas en un entorno controlado, facilitando la adquisición de habilidades y fortaleciendo competencias relevantes para su desempeño futuro (Dahlström, 2008). Por consiguiente, la ausencia de estos recursos puede limitar significativamente el desarrollo de competencias esenciales de los pilotos de ala fija y comprometer los estándares de seguridad con los que se cumple la misión constitucional orientada a la defensa y seguridad brindada por las FAC.

Figura 4. Cobertura de simuladores de vuelo institucionales que repliquen equipos de la FAC



Fuente: elaboración propia con base a encuesta aplicada a los pilotos estandarizadores de equipos de ala fija de la FAC por Russi (2025).

Como se evidencia en la figura 4, de la totalidad de equipos o tipos de aeronaves de la FAC, el 50% cuentan con simuladores de vuelo de las aeronaves reales de la institución. No obstante, el 50% que no cuenta con estos, refleja mayores desafíos para fortalecer el entrenamiento de las tripulaciones. Así, es de resaltar lo mencionado por Bahamondes (2015), quien considera los simuladores vuelo como una herramienta didáctica valiosa para el entrenamiento de los pilotos, la cual permite mantener tripulaciones eficientes y seguras para desempeñarse en el combate. Por consiguiente, los equipos que no disponen de esta herramienta, se convierten en el foco principal para aprovechar en mayor medida los simuladores institucionales que no corresponden a aeronaves reales de la FAC, los cuales se muestran a continuación en la figura 5.

Figura 5. Dispositivos FAC para entrenamiento aeronáutico - No específicos de una aeronave real de la institución y su utilización

Dispositivos FAC para entrenamiento aeronáutico	Utilización en la FAC
FX 9000 (Barrenas)	Maniobras acrobáticas y barrenas. Maniobras básicas de control y comportamiento y vuelo por instrumentos.
ALX 105 – Alsim	Fortalecimiento de habilidades no técnicas. Curso de repaso de vuelo por instrumentos. (Aviones ligeros y medianos)
PI-135 – Elite	Entrenamiento en aeronaves ligeras. Maniobras básicas de control y comportamiento y vuelo por instrumentos.
EPT	Familiarización en cabina de aeronaves SK350, C-90, C-208 y vuelo por instrumentos.
VAPT	Entrenamiento básico de tripulaciones de las flotas Boeing.
Redbird	Entrenamiento en aeronaves ligeras. Maniobras básicas de control y comportamiento y vuelo por instrumentos.

Fuente: elaboración propia con base a información consolidada por la JEAES (2023) y a encuesta aplicada a los pilotos estandarizadores de la FAC por Russi (2025).

Los dispositivos mostrados en la figura 5, simulan varios tipos de aeronaves, pero el entorno físico de su cabina y la fidelidad de los mismos, no corresponde a solo una aeronave específica real que tenga la FAC. En otras palabras, son genéricos para aeronaves livianas, medianas o pesadas. Por consiguiente, la optimización y uso de estos simuladores, podría centrarse hacia los equipos de la FAC que no cuentan con un simulador específico de su aeronave.

Ahora bien, para facilitar el proceso educativo, Blanco et al. (2024) menciona que “es crucial que los docentes estén bien preparados y capacitados para utilizar de manera efectiva las herramientas tecnológicas disponibles” (p.2364). En este sentido, los resultados de la encuesta efectuada por Russi (2025), permiten mostrar que en el 33% de los equipos no se cuenta con personal capacitado en el manejo básico de los simuladores institucionales, como su encendido, ubicación en escenarios específicos y su programación. En efecto, dependen del apoyo brindado con la asignación de personal capacitado en el manejo de los simuladores institucionales, lo cual es una barrera para el aprovechamiento óptimo de esta herramienta.

Adicional, los datos obtenidos de la encuesta aplicada por Russi (2025), muestran que en el 54% de los equipos, no se desarrollan cursos que contemplen el uso de simuladores de vuelo institucionales y en el 58% no se contempla su uso para el desarrollo de entrenamientos recurrentes; para ilustrar, la institución cuenta con simuladores de vuelo que tienen la capacidad de recrear una condición de barrena, pero solo en el 54% de los equipos se efectúa un entrenamiento de los procedimientos a seguir en esta condición, aprovechando las bondades del uso de simuladores institucionales.

Implicaciones del entorno real de la FAC para la seguridad y defensa nacionales:

Contar con herramientas didácticas adecuadas en el proceso educativo, como lo son los simuladores, favorece la experimentación y la construcción del conocimiento (Barradas-Arenas et al., 2023). Es preciso mencionar que la simulación es una herramienta invaluable para mantener y mejorar las habilidades de los pilotos, al tiempo que garantiza la seguridad operacional y la eficiencia en el empleo de recursos.

Cabe destacar que la disponibilidad permanente de simuladores institucionales en ciertos equipos de la FAC fortalece la preparación del recurso humano, asegurando su capacidad para cumplir eficazmente la misión institucional, contribuyendo así positivamente a la seguridad y defensa nacionales. Aunque contar con FFS de nivel C o D sería ideal, los recursos actuales con los que cuenta la institución, también son herramientas valiosas para el entrenamiento aeronáutico.

En Estados Unidos, un reporte del *Department of Defense* (1973) recomendó usar los simuladores de vuelo tanto como fuese posible, para mantener la proficiencia de los pilotos militares, tanto en sus habilidades de vuelo rutinarias, como en sus habilidades tácticas para el desarrollo de misiones complejas que en varias ocasiones implican el uso de armamento; adicional, este reporte mostró que el uso de simuladores de vuelo podía reducir sustancialmente los costos del proceso educativo dirigido a los pilotos de combate. En este sentido, para los equipos de la FAC que aún no disponen de un simulador institucional propio de su aeronave, es posible adaptar los medios disponibles para fortalecer competencias, repasar procedimientos generales y practicar el vuelo por instrumentos, entre otras opciones.

El uso limitado de simuladores en ciertos equipos afecta de manera directa la preparación integral de las tripulaciones. Según Nowakowski y Grzegorz (2020), la

simulación contribuye a la generación de escenarios complejos para ensayar respuestas ante contingencias, emergencias y amenazas, sin poner en riesgo vidas humanas ni recursos materiales. En este sentido, si los pilotos no han practicado previamente en escenarios simulados, aumenta la probabilidad de cometer errores humanos en vuelo real, lo que compromete su papel fundamental en el sostenimiento de la capacidad operativa de la FAC, la garantía de protección de la soberanía y, por ende, en la defensa y seguridad nacionales.

Como lo advierte A. Kolb y D. Kolb (2017), la falta de una preparación completa e integrada del factor humano, conduce a resultados menos efectivos, dificultades prácticas y limitaciones en la capacidad de ejecutar procedimientos complejos. Como referencia, los factores humanos representan cerca del 80% de los accidentes de aviación (Mathavara & Ramachandran, 2022). En consecuencia, los riesgos derivados al no optimizar los medios disponibles, como la totalidad de simuladores de vuelo institucionales, no solo afectan los equipos y sus tripulaciones, sino la capacidad de la FAC para cumplir misiones de forma segura y eficaz, creando una vulnerabilidad sistémica que compromete el desarrollo de las operaciones militares aéreas.

Finalmente, como lo manifestó la totalidad de pilotos estandarizadores en la encuesta aplicada por Russi (2025) y según el Coronel Julián Castillo, Director de Entrenamiento Operaciones Aéreas, en entrevista personal realizada el 7 de junio de 2025, el uso de los simuladores de vuelo institucionales contribuye en la mejora de los estándares de seguridad, en la destreza para la ejecución de los vuelos desempeñados con aeronaves de la FAC y en el desarrollo eficaz de la misión institucional.

[T3] Propuestas para el fortalecimiento del proceso educativo de pilotos de ala fija en la FAC mediante el uso de simuladores de vuelo

Evidenciar la evolución histórica del uso de simuladores de vuelo en la FAC, conocer los equipos de simulación de vuelo actualmente disponibles y su aporte a la formación de pilotos de ala fija, así como examinar la situación actual de su uso institucional, permite establecer una base sólida para identificar oportunidades de mejora y formular recomendaciones que contribuyan al fortalecimiento del proceso educativo de los pilotos de ala fija en relación con el empleo de esta valiosa herramienta.

Para ello, es importante resaltar la teoría curricular que Díaz (2007, p. 19) define como un enfoque teórico-práctico académico orientado a examinar y darle forma a los contenidos que deben enseñarse en el ámbito educativo. Esta teoría sostiene que la educación debe centrarse en enseñar saberes útiles orientados a la vida productiva, adaptando el programa educativo a las exigencias sociales e industriales. (Díaz, 2007, p. 13). De esta manera, se advierte que los programas educativos deben estar en constante revisión y adaptación, incorporando prácticas que respondan a necesidades reales del entorno institucional y a los avances tecnológicos disponibles. De hecho, para el contexto analizado en la FAC, la ausencia de simuladores de vuelo propios que repliquen ciertas aeronaves de la institución, no puede ser comprendida solo como una carencia logística, sino como una disfuncionalidad curricular que puede ser reestructurada para fortalecer el entrenamiento de los pilotos.

Ahora bien, la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb (1984) plantea que el aprendizaje es un proceso en el cual la persona se adapta y aprende no solo a través del

pensamiento, sino también mediante la interacción de sus sensaciones, percepciones y comportamientos. En este sentido, esta teoría es pertinente para el contexto del proceso educativo del personal de pilotos, donde el aprendizaje no solo es el resultado obtenido de clases recibidas en el aula, sino que requiere obligatoriamente de una fase experiencial, la cual se puede desarrollar con el uso de simuladores de vuelo.

Figura 6. Enseñanza con el uso de simuladores de vuelo, integrada con el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984)



Fuente: elaboración propia integrada con el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984).

Según Kolb (1984) el aprendizaje es un proceso cíclico compuesto por cuatro fases: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Al analizar estas fases en el contexto educativo del personal de pilotos, es posible determinar una similitud aplicable en el marco del uso de simuladores de vuelo, así como se

muestra en la figura 6. De esta manera, la primera fase se asemeja a la ejecución de una misión de vuelo simulada, la cual ofrece una experiencia concreta para el alumno en un entorno seguro que permite generar insumos significativos para el aprendizaje.

La segunda fase corresponde al post briefing, en el cual, el alumno reflexiona sobre la experiencia vivida con el apoyo y acompañamiento de su instructor, revisando críticamente lo sucedido, analizando sus decisiones y evaluando los efectos de sus acciones, permitiendo así identificar aciertos, errores y posibles alternativas de solución.

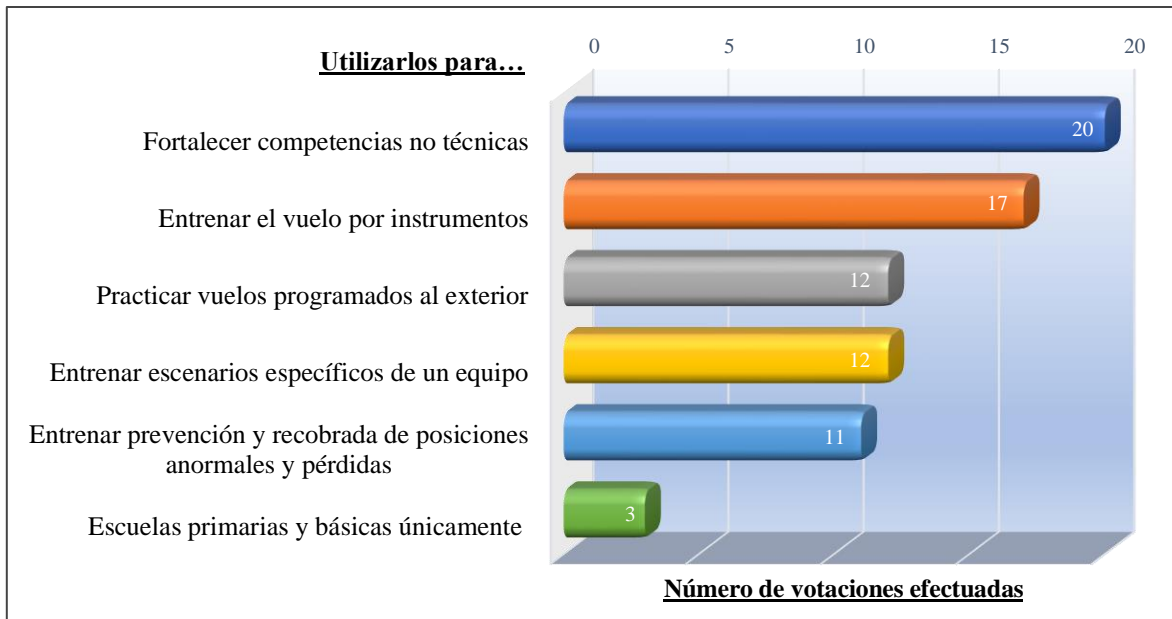
La tercera fase concierne al tiempo de estudio dedicado para asimilar la información obtenida, considerar si algo requiere efectuarse de manera diferente, ajustar lo necesario para tener una mejor experiencia de vuelo y efectuar un briefing de la siguiente misión a desarrollar con el fin de prepararse académicamente.

Posteriormente, la cuarta fase contiene la práctica deliberada en la cual se recrea mentalmente el desarrollo de las tareas a realizar teniendo en cuenta las lecciones aprendidas, lo cual permite adquirir una mayor destreza para una experiencia futura que conecta el desarrollo de un curso específico. En efecto, es recomendable incorporar estas cuatro fases en el desarrollo y ajuste del programa curricular para la mejora de la capacitación y entrenamiento de los pilotos de ala fija en la FAC.

Como lo muestran los datos recolectados por Russi (2025) a través de la encuesta aplicada a los pilotos estandarizadores, el 46 % de los equipos de la FAC, principalmente aquellos que no cuentan con un simulador institucional que replique su aeronave, no tienen incluido en sus PIE actividades recurrentes que involucren la utilización de estos simuladores, aun cuando podrían aprovecharse por sus similitudes tecnológicas o

procedimentales, generando así una oportunidad de mejora al incorporar su uso en cursos aeronáuticos aplicables a las aeronaves de la institución.

Figura 7. Recomendaciones para optimizar el uso de simuladores de vuelo propios de la FAC, que no corresponden a las aeronaves reales con las que cuenta esta institución



Fuente: elaboración propia con base a encuesta aplicada a los pilotos estandarizadores de equipos de ala fija de la FAC por Russi (2025).

Así, con base a las recomendaciones obtenidas del instrumento aplicado, en la figura 7, se expone una visión del uso de los simuladores de vuelo institucionales enfocada en los equipos que no cuentan con uno que replique su aeronave, a partir de lo cual se identifican claramente dos recomendaciones clave para la FAC, dirigidas especialmente a estas tripulaciones. Por un lado, utilizar los simuladores disponibles para fortalecer las competencias no técnicas, las cuales se integran en el concepto del entrenamiento basado en evidencias (en adelante EBT), resultando esencial diseñar programas curriculares que incluyan este tipo de entrenamiento y evaluación por competencias. Por otro lado, reforzar

el entrenamiento del vuelo por instrumentos. Esto elevará el nivel profesional del personal y contribuirá a lograr mayor eficiencia y seguridad en las operaciones aéreas.

Programa de entrenamiento de competencias para pilotos de la FAC:

Según la *International Civil Aviation Organization* [ICAO] (2013), diferenciar entre habilidades técnicas y no técnicas es innecesario, ya que ambas se integran y se complementan en la práctica para garantizar una operación aérea segura; además, al definir la competencia como la combinación de conocimientos, habilidades y actitudes, se evidencia que la tradicional separación entre el saber teórico, el saber práctico y el ser, no refleja el enfoque integral requerido en el entrenamiento aeronáutico (pp. I-1-1—I-3-2).

En línea con este enfoque, el EBT surge como una metodología fundamentada en datos reales de las operaciones aéreas, que utiliza escenarios específicos simulados para desarrollar, evaluar y fortalecer competencias básicas de la tripulación, integrando conocimientos, habilidades y actitudes con el fin de mejorar la seguridad operacional conforme a las exigencias de la aviación contemporánea (ICAO, 2013).

En este contexto, una investigación realizada por Rodríguez y Ramírez (2023) determinó diez competencias esenciales para los pilotos de la FAC, las cuales corresponden a la aplicación de conocimientos, de procedimientos, comunicación, conciencia situacional, control de la envolvente operacional, gestión de la trayectoria de vuelo en modo manual, en modo automático, gestión del volumen de trabajo, liderazgo con trabajo en equipo y la resolución de problemas y toma de decisiones.

Si bien el entrenamiento ideal de estas competencias se logra con un simulador que replique fielmente la aeronave real, también es viable desarrollarlo desde cabinas simuladas

de otros equipos. De hecho, en la vigencia 2021, la FAC adquirió un simulador con el propósito específico de desarrollar un programa de fortalecimiento de competencias en los equipos de la institución (JEAES, 2023).

En efecto, el anexo C de la presente investigación, propone un modelo curricular basado en los PIE de los equipos de la FAC y en los requerimientos de información preliminar estipulados por la FAC (2023a), el formato creado como guía de diseño de escenarios simulados. Así, se recomienda ser incorporado en la actualización de dichos PIE, ya que implementarlo fortalecerá las capacidades de los pilotos de ala fija, traducándose en una operación aérea más eficaz y confiable que contribuya directamente a la seguridad y defensa nacionales, al garantizar una respuesta oportuna y precisa en escenarios estratégicos y complejos.

Programa de entrenamiento del vuelo por instrumentos:

Este tipo de entrenamiento, en el cual la trayectoria del vuelo se basa principalmente en la información adquirida de los instrumentos del avión, mejora la capacidad del piloto para operar en escenarios de baja visibilidad o meteorología adversa, lo cual es algo esencial para aumentar la seguridad de las operaciones aéreas.

Dado que los conceptos básicos del vuelo por instrumentos siguen un estándar general, es posible entrenar sus técnicas, tácticas y procedimientos en cualquiera de los simuladores institucionales de la FAC.

Por consiguiente, a través del anexo D en la presente investigación, se propone una estructura de PIE aplicable a todos los equipos de ala fija en la FAC y regulable mediante el MINEV, la cual permite el entrenamiento recurrente de vuelo por instrumentos con el uso de

simuladores institucionales y que es esencial considerar en los equipos que no cuentan con un simulador propio de su aeronave.

Incorporación de lineamientos en el MINEV:

A través del MINEV, como documento rector y desde el cual se emiten los lineamientos del nivel central de la FAC para dirigir la instrucción y entrenamiento de vuelo, se recomienda incorporar en su numeral 5.9 correspondiente a los entrenamientos recurrentes para todo el personal de tripulantes, que los pilotos deban efectuar con una recurrencia mínima anual una misión de entrenamiento de vuelo por instrumentos con el uso de los simuladores institucionales y una misión del programa de fortalecimiento de competencias. De igual manera, aclarar que en caso de no contar con un simulador que replique la aeronave real operada, se deberá hacer en cualquiera de los dispositivos de entrenamiento aeronáutico con los que cuenta la institución. Asimismo, mencionar que el Grupo de Educación Aeronáutica y Espacial de cada Unidad Militar Aérea, deberá efectuar el control y seguimiento al cumplimiento de este entrenamiento, así como suministrar las facilidades que permitan el normal desarrollo del entrenamiento.

De esta manera, se crearán lineamientos de estricto cumplimiento que permitirán involucrar a cada uno de los pilotos de la FAC en actividades que van en pro de sus habilidades y competencias para cumplir su rol dentro de las operaciones militares y por ende en las misiones que permiten la superioridad aérea y contribuyen a la seguridad y defensa de un país como Colombia, en donde los recursos son limitados frente a las potencias mundiales, creando una mayor necesidad de aprovechar al máximo las herramientas disponibles.

Alternativa de incursión en nuevas tecnologías de simulación:

Si bien la FAC ha hecho avances notables en la incorporación de simuladores de vuelo y aunque es claro que en la actualidad, la mejor fidelidad en simulación de vuelo se adquiere con los FFS de nivel D, los cuales la FAC no dispone como propios para ala fija, la limitación de recursos genera la necesidad de explorar alternativas más económicas como los simuladores que basan su funcionamiento en tecnología de realidad virtual, aumentada o mixta, logrando también un alto potencial didáctico y útil para fortalecer el proceso educativo de los pilotos.

Según Ross y Gilbey (2023), los simuladores de vuelo que emplean realidad extendida, abarcando la realidad virtual y mixta, podrían complementar con éxito la formación de vuelo tradicional, ofreciendo un aprendizaje personalizado que promueve la autonomía del estudiante y el entrenamiento adaptado a sus necesidades. Además, a través de la encuesta efectuada por Russi (2025), el 96% de los pilotos estandarizadores consideró que la FAC debería aumentar la adquisición de este tipo de simuladores. En efecto, se recomienda a la FAC incursionar en mayor medida en esta alternativa, lo cual garantizará no solo una formación más robusta, sino una mejor preparación para afrontar los retos de la Defensa y Seguridad Nacionales.

Capacitación en la operación básica de los simuladores institucionales:

Fortalecer los contenidos curriculares generando una alta demanda en el uso de los simuladores institucionales, exige la capacitación de una mayor cantidad de personal en su manejo básico, incluyendo aspectos relacionados a la prendida de los equipos, su programación y la gestión de situaciones propias del simulador no relacionadas a la aeronave

real, ya que incluso con recursos tecnológicos disponibles, su uso puede verse limitado por la falta de una capacitación específica.

Por consiguiente, se recomienda la programación y formalización de capacitaciones que involucren la participación de al menos un tripulante por cada tipo de aeronave de la FAC que no cuente con esta capacidad. Esto permitirá disminuir la dependencia de las tripulaciones y optimizar el uso de los simuladores institucionales, aun cuando no se cuente con uno que replique la aeronave real volada.

En definitiva, seguir estas recomendaciones mejorará la capacidad de disuasión y respuesta de la FAC ante amenazas contemporáneas, reducirá riesgos y costos operacionales, fortalecerá el talento humano y en conjunto, representará acciones estratégicas para garantizar un entrenamiento moderno, eficiente y alineado con los desafíos de la seguridad y defensa nacionales.

Conclusiones

La primera parte de esta investigación permitió conocer la evolución histórica del uso de los simuladores de vuelo en la FAC, donde se evidenció que ha estado marcada por una progresiva integración de tecnologías de simulación que ha fortalecido los procesos de instrucción y entrenamiento de los pilotos de aeronaves de ala fija. Este progreso refleja el interés institucional por optimizar recursos, reducir riesgos y elevar la calidad en el proceso educativo del área aeronáutica.

La identificación de los principales hitos en esta dinámica evolutiva, así como el reconocimiento de los diferentes tipos de simuladores actualmente en uso, permitió

dimensionar las capacidades y limitaciones frente a los más altos niveles de fidelidad en simulación, así como su impacto en la preparación operativa. También, se mostró que la tecnología de simulación ha pasado de ser un complemento a convertirse en una herramienta fundamental para la preparación de las tripulaciones, contribuyendo así al fortalecimiento de las capacidades del poder aéreo de Colombia al garantizar personal altamente calificado, capaz de responder con eficacia a los desafíos aplicables en materia de seguridad y defensa del país.

La segunda parte de la investigación permitió examinar la situación actual del uso de simuladores de vuelo institucionales, encontrando que, aunque la FAC dispone de una variedad considerable de dispositivos de simulación, su aprovechamiento no es homogéneo entre las tripulaciones de los distintos tipos de aeronaves. Entre los hallazgos más relevantes, se encontró que la mitad de los equipos de ala fija no cuenta con un simulador institucional que replique fielmente la aeronave real volada, que en el 46% de los casos, los PIE no contemplan actividades recurrentes que involucren el uso de estos simuladores. En efecto, se identificó un desequilibrio entre la disponibilidad tecnológica y los contenidos curriculares, lo que representa una oportunidad de mejora institucional. No obstante, la evidencia mostró que los simuladores sí son empleados activamente en equipos que disponen de dispositivos que replican su aeronave, principalmente para el desarrollo de cursos de instrucción inicial en una aeronave y entrenamientos de recurrencia anual.

Finalmente, a través de la tercera parte de la investigación se proponen recomendaciones concretas para el fortalecimiento del proceso educativo de los pilotos de ala fija de la FAC en relación con el uso de los simuladores de vuelo institucionales, dando respuesta a la pregunta de investigación y resaltando la necesidad de alinear la disponibilidad

de recursos tecnológicos existentes con una planificación curricular adaptativa, de fortalecer la capacitación del recurso humano y la institucionalización de buenas prácticas que prioricen el entrenamiento integral y seguro de los pilotos.

Asimismo, se evidenció que estas recomendaciones se fundamentan en teorías educativas que integran un enfoque práctico aplicable al uso de simuladores de vuelo y que permitieron identificar la necesidad de actualizar los contenidos curriculares como parte central del sistema educativo, promoviendo un aprendizaje experiencial que impulsa mejoras a través de cambios estructurales y de la participación activa de los alumnos en la institución.

En razón a lo anterior, las recomendaciones propuestas incluyen el diseño e implementación de un programa institucional de entrenamiento en competencias que responda a estándares planteados para el desarrollo de un EBT; el desarrollo de un programa de entrenamiento recurrente en vuelo por instrumentos; la incorporación de estos programas en los PIE de cada equipo y como lineamientos de cumplimiento a través del MINEV y la capacitación mínima de un tripulante por aeronave en el uso básico de los simuladores institucionales con el fin de reducir la dependencia de personal externo a cada equipo y optimizar su utilización. Por consiguiente, es fundamental que los lineamientos institucionales contemplen la obligatoriedad de entrenamientos recurrentes en estos simuladores, optimizando los recursos disponibles para fortalecer competencias aplicables a los pilotos de la institución. De igual manera, se recomendó a la FAC, incursionar en mayor medida en la incorporación de tecnologías de realidad virtual, aumentada y mixta.

De manera transversal, se concluye que el uso de simuladores de vuelo en la FAC no solo mejora las competencias individuales de los pilotos, sino que fortalece la preparación institucional ante escenarios operativos complejos. La optimización de esta herramienta

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

didáctica contribuye directamente al cumplimiento de la misión constitucional de la FAC, elevando los estándares de seguridad, reduciendo costos operativos y mejorando la respuesta ante amenazas, todo lo cual impacta positivamente en la seguridad y defensa nacionales. En el contexto colombiano, donde los recursos son limitados en comparación a las potencias globales, aprovechar al máximo los medios disponibles se convierte en un imperativo estratégico.

Referencias

- Alpha Aviation Group. (2023). 5 Limitations That Student Pilots Experience When Using a Flight Simulator—AAG Philippines. *AAG Corporate Affairs*. <https://aag.aero/5-limitations-that-student-pilots-experience-when-using-a-flight-simulator/>
- Auer, S., Gerken, J., Reiterer, H., & Jetter, H.-C. (2021). Comparison Between Virtual Reality and Physical Flight Simulators for Cockpit Familiarization. *Mensch Und Computer 2021*, 378-392. <https://www.imis.uni-luebeck.de/sites/default/files/2023-03/Auer.pdf>
- Bahamondes, O. (2015). Empleo de simuladores en el entrenamiento de las fuerzas. *Air University*, 27(2), 39-47. https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/ASPJ_Spanish/Journals/Volume-27_Issue-2/2015_2_06_bahamondes_s.pdf
- Barradas-Arenas, U., Cocón-Juárez, J., Cruz, D., & Vázquez-Aragón, M. (2023). El Impacto de los Simuladores en el Aprendizaje de los Sistemas Digitales. *Revista Docentes 2.0*, 16(1), 67-76. <https://doi.org/10.37843/rtd.v16i1.350>
- Blanco, J., Rocha, J., Rocha, E., Rocha, M., & Criollo, L. (2024). La Necesidad de Capacitación Docente para una Implementación Efectiva de la Tecnología Educativa en el Aula. *Ciencia Latina Internacional*, 8(2). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10676
- Blickensderfer, E., Liu, D., & Hernández, A. (2005). *Simulation-Based Training: Applying Lessons Learned In Aviation to Surface Transportation Modes*. https://www.academia.edu/attachments/74572122/download_file
- Bolívar, M., Grisales, C., Ganem, N., & Suarez, Y. (2017). *Importancia de la Simulación de Vuelo en la Fuerza Aérea Colombiana para la protección del espacio aéreo nacional*. <https://www.esdegrepositorio.edu.co/handle/20.500.14205/3731>
- Carbonell, J. (2005). El profesorado y la innovación educativa. En *La innovación educativa* (P. Cañal de León (Coord.), pp. 11-12). Ediciones AKAL. https://www.google.com.co/books/edition/La_innovacion_educativa/x8TZ6tfJ-18C?hl=es-419&gbpv=1&printsec=frontcover
- Congreso de la República de Colombia. (1994). *Ley 115 de Febrero 8 de 1994*. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Dahlström, N. (2008). Pilot training in our time – use of flight training devices and simulators. *Aviation*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.3846/1648-7788.2008.12.22-27>
- Department of Defense. (1973). *Greater Use Of Flight Simulators In Military Pilot Training Can Lower Costs and Increase Pilot Proficiency* (Report to the Congress No. B-157905). Department of Defense. <https://www.gao.gov/assets/b-157905.pdf>

- Díaz, Á. (2003). El Currículo. Tensiones conceptuales y prácticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2). <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/83>
- ____ (2007). *Didáctica y currículum: Convergencias en los programas de estudio* (1997.^a ed.). Paidós.
- ____ (2014). *Currículum: Entre utopía y realidad* (Aморrortu Editores S.A).
<https://contentv2.tap-commerce.com/file/889890/5129-currículum-DBarriga.pdf>
- Douhet, G. (2019). *The command of the air* (D. Ferrari, Trad.). Air University Press.
https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/AUPress/Books/B_0160_DOUHET_THE_COMMAND_OF_THE_AIR.pdf
- Fernández, Y. (2018, julio 6). *Diferencias entre realidad aumentada, realidad virtual y realidad mixta*. Xataka Basics. <https://www.xataka.com/basics/diferencias-entre-realidad-aumentada-realidad-virtual-y-realidad-mixta>
- Forero, J. (2024). *Desarrollo de habilidades técnicas y no técnicas a través del simulador de vuelo Redbird en la formación de pilotos de la Aviación Policial*.
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/6a77fea7-05ec-49e9-971b-173034a31bd4/content>
- Franco, J. (2010, septiembre 24). Fuerza Aérea Colombiana Virtual: Importante herramienta de instrucción. *Volavi*. <https://volavi.co/aviacion/educacion-instruccion/fuerza-aerea-colombiana-virtual-importante-herramienta-de-instruccion>
- Fuerza Aérea Colombiana. (2018). *Reglamento Aeronáutico Colombiano de la Aviación de Estado (RACAE)*.
https://aaaes.fac.mil.co/sites/aaaes/files/AAAES/documentos/racae_2017.pdf
- ____ (2022). *Manual de instrucción y entrenamiento de vuelo (MINEV)*. [Reservado] (5.^a ed.). Imprenta de las FF. MM.
- Fuerza Aeroespacial Colombiana. (2023a). *Manual de Factores Humanos para la Aviación de Estado*. Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado.
- ____ (2023b). *RACAE 141 Centros de educación aeronáutica de la aviación de Estado para la formación de Pilotos*.
https://aaaes.fac.mil.co/sites/aaaes/files/AAAES/documentos/RACAE/racae_141.pdf
- ____ (2024). Simuladores de realidad virtual aumentada llegan para entrenar a los pilotos militares de su Fuerza Aeroespacial Colombiana. *Oficina de Comunicación Pública CACOM I*. <http://www.fac.mil.co/es/noticias/simuladores-de-realidad-virtual-aumentada-llegan-para-entrenar-los-pilotos-militares-de-su>
- ____ (2025). *Programa de Transparencia y Ética Pública FAC 2025*. Publicaciones FAC.
https://www.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Transparencia_yetica/2025/programa_de_transparencia_y_etica_publica_fac_2025.pdf
- Gray, C. (2014). *Airpower for strategic effect*. Air University Press.
<https://apps.dtic.mil/sti/trecms/pdf/AD1122882.pdf>

- Gredler, M. (1994). *Designing and Evaluating Games and Simulations: A Process Approach*. Gulf Publishing Company.
<https://archive.org/details/designingevaluat0000marg/page/22/mode/2up>
- Gutiérrez, N. (with Fuerza Aérea Colombiana & Escuela Militar de Aviación Marco Fidel Suárez). (2008). *Escuela Militar de Aviación Marco Fidel Suárez 75 años formando líderes* (21 ed.). Escuela Militar de Aviación.
- Hays, R., Jacobs, J., Prince, C., & Salas, E. (1992). Flight Simulator Training Effectiveness: A Meta-Analysis. *Military Psychology*, 4(2), 63-74.
https://doi.org/10.1207/s15327876mp0402_1
- Hernández, A. (2020). *Formación de instructores de simuladores de vuelo basada en escenarios virtuales de entrenamiento*.
<https://docta.ucm.es/entities/publication/13543956-17e3-4db8-891b-d024179790bb>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition). McGraw-Hill Education.
<https://bellasartes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf>
- International Civil Aviation Organization. (2013). *Manual of evidence-based training*. International Civil Aviation Organization.
- Jefatura Educación Aeronáutica y Espacial. (2023). *Clasificación, Depuración y Priorización para los Dispositivos de Entrenamiento y Simulación de la Fuerza Aeroespacial Colombiana* (Comunicación interna No. FAC-S-2023-115494-CI; Informes). Fuerza Aeroespacial Colombiana.
- Kolb, A., & Kolb, D. (2017). Experiential Learning Theory as a Guide for Experiential Educators in Higher Education. *Experiential Learning & Teaching in Higher Education*, 1(1), 7-44. <https://nsuworks.nova.edu/elthe/vol1/iss1/7>
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
https://www.academia.edu/attachments/62159562/download_file
- Lambeth, B. (2000). *The Transformation of American Air Power* (Art, R., Jervis, R. & Walt, S. (Eds.)). Cornell University Press.
- Lintern, G. (1978). *Transfer of Landing Skill After Training with Supplementary Visual Cues*. [Ph.D., University of Illinois at Urbana-Champaign ProQuest Dissertations & Theses].
<https://www.proquest.com/docview/302880312/citation/9BD8AAC011924946PQ/1>
- Lushenko, P., & Hammerschmidt, D. (2015). De regreso al futuro: Cómo administrar el entrenamiento para “Ganar en un mundo complejo”. *Military Review*, 70(3), 75-85.
https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/Spanish/MilitaryReview_20150630_art011SPA.pdf

- Mathavara, K., & Ramachandran, G. (2022). Role of Human Factors in Preventing Aviation Accidents: An Insight. En *Aeronautics—New Advances*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.106899>
- Ministerio de Educación Nacional. (2018). *Lineamientos curriculares*. Portal MEN - Presentación. <https://www.mineducacion.gov.co/1780/w3-article-339975.html>
- Nowakowski, H., & Grzegorz, K. (2020). Flight Simulators – a Tool for Reducing the Human Factor in Accidents. *Zeszyty Naukowe Akademii Sztuki Wojennej*, 117, 81-92. https://www.academia.edu/115130246/Flight_Simulators_a_Tool_for_Reducing_the_Human_Factor_in_Accidents
- Rodríguez, C., & Ramírez, B. (2023). *Inventario de competencias clave para los pilotos de la Fuerza Aérea Colombiana*. Fuerza Aérea Colombiana. <https://doi.org/10.18667/99789585245655>
- Rolfe, J., & Staples, K. (Eds.). (1986). *Flight Simulation*. Cambridge University Press. <https://books.google.com.co/books?id=oujaURvOPM4C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Ross, G., & Gilbey, A. (2023). Extended reality (xR) flight simulators as an adjunct to traditional flight training methods: A scoping review. *CEAS Aeronautical Journal*, 14(4), 799-815. <https://doi.org/10.1007/s13272-023-00688-5>
- Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. (2022). *Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC 60 Dispositivos de instrucción para simulación de vuelo*. <https://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2060%20-%20Dispositivos%20de%20%20Instrucci%C3%B3n%20%20para%20simulaci%C3%B3n%20de%20vuelo.pdf>
- Villamil, L., Avella, E., & Tenorio, J. (2018). Simuladores de vuelo: Una revisión. *Ciencia y Poder Aéreo*, 13(2), 138-149. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.606>

ANEXO A

Encuesta aplicada al personal de pilotos estandarizadores de aeronaves de ala fija de la FAC en relación al uso de simuladores de vuelo institucionales

Para examinar el estado actual del uso de simuladores de vuelo institucionales en el proceso educativo de pilotos de ala fija de la FAC y con miras a proponer recomendaciones para su fortalecimiento, es posible evidenciar que en el material bibliográfico disponible y de acceso al público, no se resaltan falencias y desafíos que se destaquen en el uso de esta herramienta tecnológica y didáctica en la institución. Por consiguiente, se aplicó una encuesta al personal de pilotos estandarizadores de cada una de las aeronaves de ala fija de la FAC, como instrumento de recolección de datos.

Este personal fue seleccionado por ser el más idóneo, experto y encargado de ajustar y consolidar el Programa de Instrucción y Entrenamiento y los manuales doctrinales de cada uno de los equipos de la FAC, además de conocer sus medios y capacidades para el entrenamiento de las tripulaciones. En efecto, su experiencia y conocimiento permitieron obtener información sobre el estado actual vivido desde sus escuadrones, haciendo de esta encuesta una herramienta fundamental para el desarrollo del segundo y tercer objetivo de este trabajo de investigación.

Para el diseño metodológico, se utilizó un formulario en línea combinando varios tipos de preguntas para captar información detallada, como lo son las preguntas cerradas y las de opinión y percepción relacionada al uso de los simuladores de vuelo institucionales. Estas preguntas se centraron en aspectos concretos como la disponibilidad de simuladores propios de los equipos de la Fuerza, el entrenamiento de tripulaciones, los procedimientos

escritos, la influencia en la seguridad y defensa nacionales y las posibles recomendaciones para mejorar el proceso educativo del personal de pilotos de ala fija, garantizando así una evaluación y recopilación de información exhaustiva y precisa. Los resultados de esta encuesta fueron los siguientes:

1. Escriba su grado, nombres y apellidos: 24 respuestas (un piloto estandarizador por equipo).
2. Del listado mostrado a continuación, seleccione la aeronave que vuela:

- | | | |
|----------|-----------------------|----------------|
| ✓ A-29 | ✓ C-95A | ✓ KFIR |
| ✓ AC-47T | ✓ C-130 | ✓ LJ-60 |
| ✓ B-767 | ✓ Cessna 172 | ✓ SA-237 |
| ✓ BBJ | ✓ B737-400 / B737-700 | ✓ SK-300 / 350 |
| ✓ C-208 | ✓ CJ-2+ | ✓ SR-560 |
| ✓ C-212 | ✓ CN-295 | ✓ T-27 |
| ✓ C-235 | ✓ E-135 / 145 | ✓ T-6C |
| ✓ C-90 | ✓ F-28 | ✓ T-90 |

3. ¿El equipo que vuela dispone para su entrenamiento de un simulador institucional que corresponda o simule su aeronave?

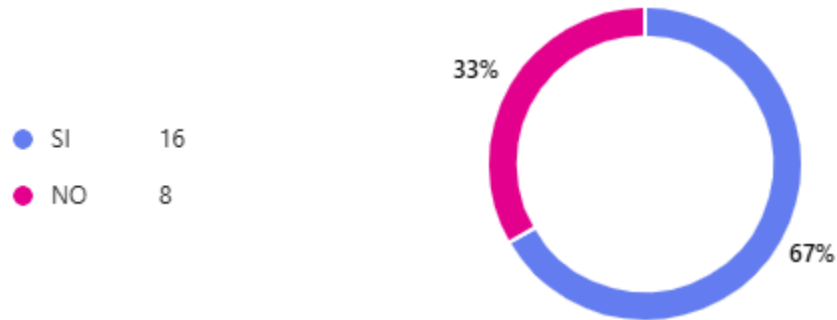
● SI 12
● NO 12



4. ¿A qué simulador(es) se refiere?

- | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|
| ✓ AC-47T | ✓ Cessna 172S | ✓ T-90 |
| ✓ A11 B350ER | ✓ KFIR | ✓ VAPT |
| ✓ A-29B - EMB 314 | ✓ T-27M - EMB 312 | ✓ FX 9000 – MOTION
717T |
| ✓ C-208B | ✓ T-6C | |

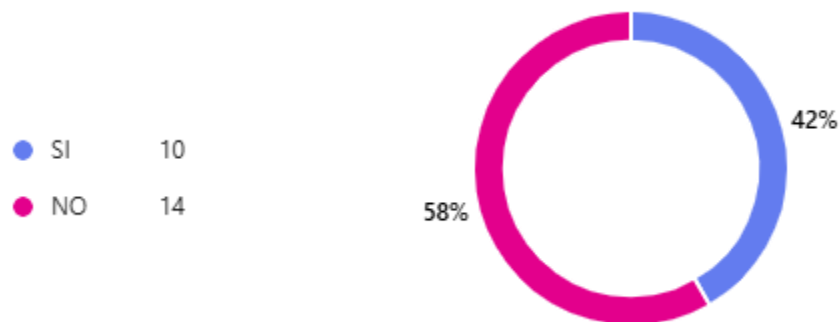
5. ¿Algún piloto del equipo sabe cómo operar alguno de los simuladores propios de la FAC? (Es decir, sabe cómo encenderlo, ubicarlo, programarle emergencias o situaciones especiales para la misión, etc).



6. Teniendo en cuenta la respuesta afirmativa a la pregunta anterior, ¿Que simulador de vuelo institucional sabe operar?

- | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| ✓ AC-47T | ✓ Cessna 172S | ✓ VAPT |
| ✓ ALX 105 | ✓ KFIR | ✓ FX 9000 – MOTION |
| ✓ A11 B350ER | ✓ T-27M - EMB 312 | 717T |
| ✓ A-29B - EMB 314 | ✓ T-6C | |
| ✓ C-208B | ✓ T-90 | |

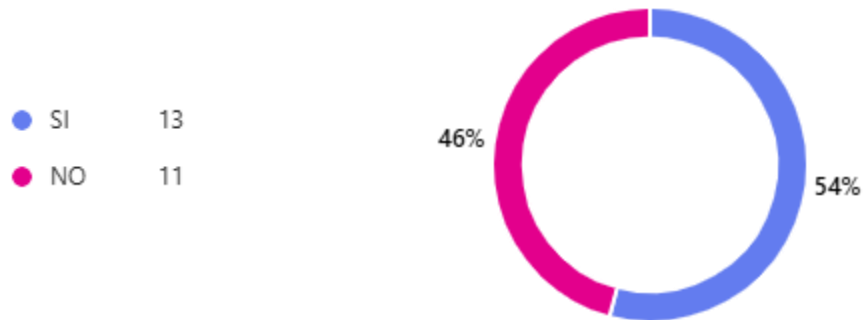
7. ¿Los pilotos del equipo que vuela realizan un entrenamiento recurrente en alguno de los simuladores propios de la FAC?



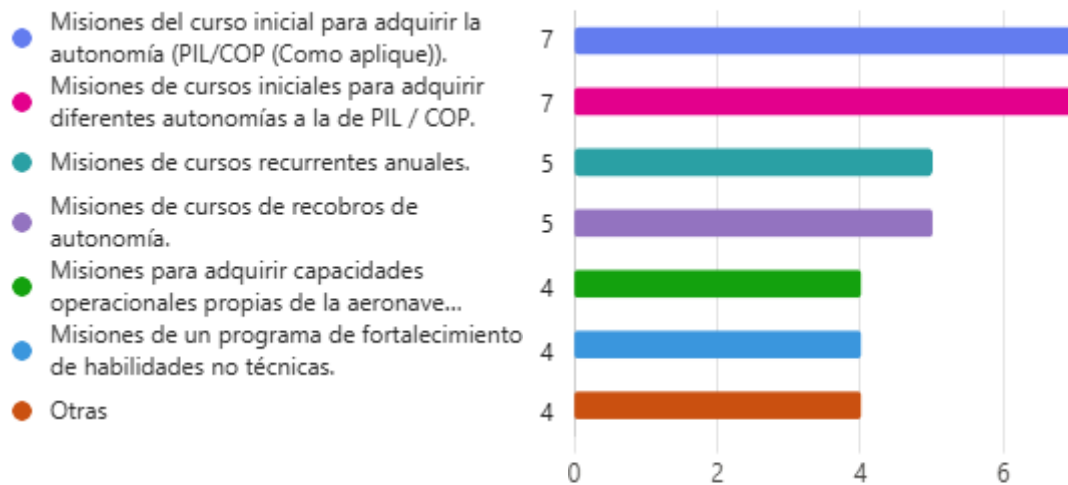
8. ¿A qué simulador(es) se refiere?

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ✓ ALX 105 | ✓ KFIR | ✓ T-90 |
| ✓ A-29B - EMB 314 | ✓ AC-47T | ✓ VAPT |
| ✓ Cessna 172S | ✓ T-27M - EMB 312 | ✓ FX 9000 -MOTION |

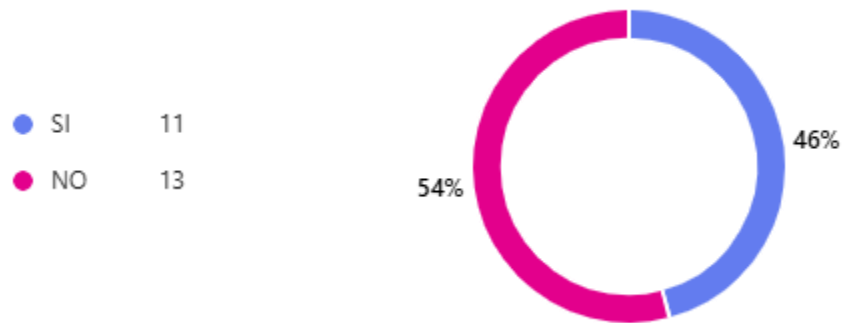
9. ¿El programa de instrucción y entrenamiento (PIE) del equipo que vuela, contempla misiones para volar en alguno de los simuladores propios de la FAC?



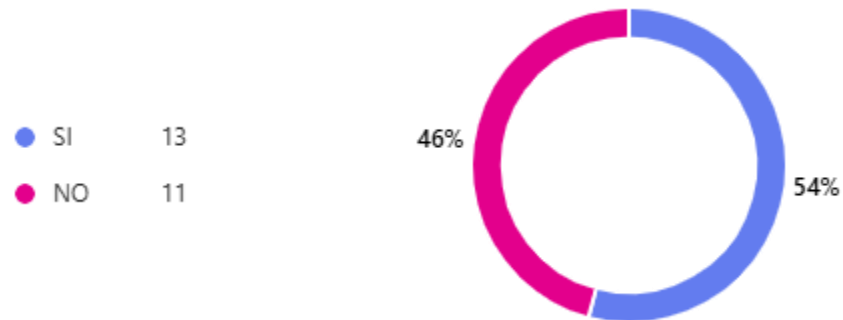
10. Teniendo en cuenta la respuesta afirmativa a la pregunta anterior, ¿Qué tipo de misiones están contempladas en el PIE del equipo que vuela?



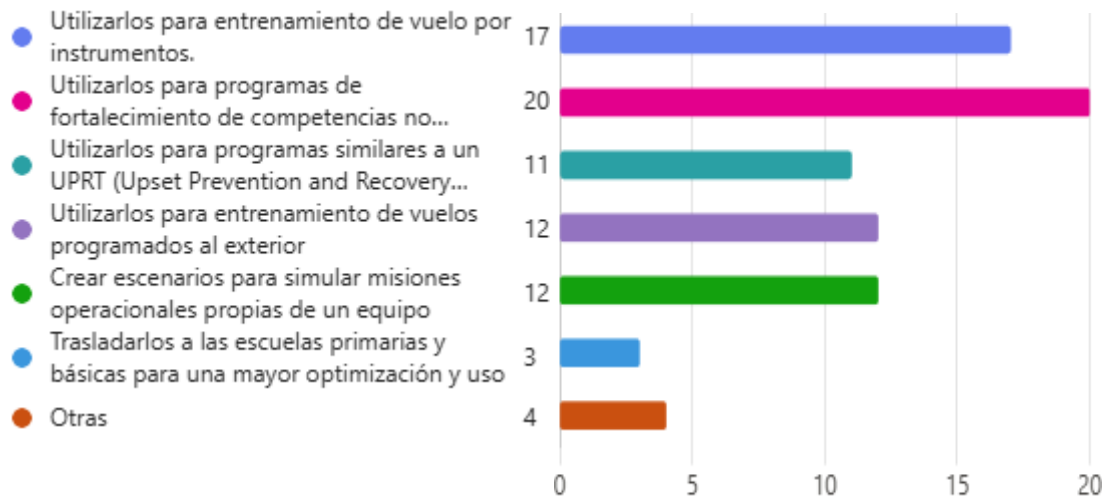
11. ¿Desde que tiene autonomía en el equipo que vuela actualmente, ha realizado algún curso que se desarrolle con el uso de los simuladores de vuelo propios de la FAC?



12. ¿Ha tenido la oportunidad de practicar o experimentar barrenas en alguno de los simuladores de la FAC que cuentan con esta capacidad?



13. ¿Qué recomendaría para optimizar el uso de simuladores de vuelo propios de la FAC, que no corresponden a las aeronaves reales con las que cuenta la FAC?



14. Para el fortalecimiento del proceso educativo del personal de pilotos, ¿Considera que la FAC debería incursionar en mayor medida en la adquisición de simuladores de vuelo con capacidades de realidad aumentada, virtual y mixta?



15. ¿Considera que el uso de los simuladores de vuelo institucionales, contribuye en la mejora de los estándares de seguridad operacional y en la destreza para la ejecución de los vuelos desempeñados con aeronaves de la FAC?



16. La misión de la FAC es "Volar, entrenar y combatir para vencer y dominar en el aire, el espacio y el ciberespacio, en defensa de la soberanía, la independencia, la integridad territorial, el orden constitucional y contribuir a los fines del Estado". En este sentido, ¿Considera que el uso de los simuladores de vuelo contribuye en el desarrollo eficaz de la misión institucional?



17. Comentario(s) o sugerencia(s) que pueda(n) aportar al fortalecimiento del proceso educativo del personal de pilotos de ala fija en relación al uso de simuladores de vuelo institucionales.

- ✓ Desarrollo e implantación de programas de entrenamiento por competencias a nivel de los escuadrones, que se soporten en el empleo de simuladores FAC.
- ✓ Fortalecer las iniciativas de adquisición de nuevos simuladores es vital, pero también, que vaya de la mano con programa tipo *Evidence Based Training*, para el entrenamiento mixto de capacidades técnicas y no técnicas.
- ✓ Fortalecer el entrenamiento en simuladores acorde a las capacidades de cada Equipo.
- ✓ Adquisición de simuladores 1 a 1; interconexión entre los mismos.
- ✓ La implementación de simuladores de realidad mixta puede representar una gran oportunidad para la adaptación a las cabinas y procedimientos para alumnos básicos, así como para cursos de transición. Permitirán mejorar la calidad de la instrucción reduciendo costos al reemplazar ciertas misiones de vuelo dependiendo de la categoría del simulador.

- ✓ Promoviendo el uso sistemático de los simuladores de vuelo institucionales como herramienta principal de entrenamiento durante los periodos en los que las aeronaves se encuentren fuera de servicio por mantenimiento. Esto no solo permite mantener la continuidad del adiestramiento, sino que también optimiza los recursos disponibles. Asimismo, se sugiere aprovechar el potencial del simulador para desarrollar la toma de decisiones en escenarios operacionales complejos, incluyendo emergencias, condiciones meteorológicas adversas y situaciones de alta carga de trabajo. La práctica constante en estos entornos contribuye a mejorar la capacidad de respuesta del piloto, reduce el riesgo operacional y fortalece la formación integral del personal.
- ✓ Desarrollar programas específicos para cada simulador y así aprovechar las capacidades de los mismos.
- ✓ Para el desarrollo de operaciones aéreas es indispensable el entrenamiento, si en el ámbito civil es obligatorio para mantener la vigencia en una autonomía que realiza solo misiones de transporte de personal y carga, para la FAC donde se realizan múltiples misiones tipo, también debería ser un requisito indispensable para incrementar los estándares de seguridad.
- ✓ Fortalecer la disponibilidad de personal idóneo para dictar el simulador 24/7.
- ✓ El simulador de kfir, es una herramienta tácticamente esencial.
- ✓ Mayor uso de los simuladores para el reentrenamiento de tripulaciones que tengan dificultades y así tratar de evitar perder tripulaciones por el sistema de oportunidades de la institución.

- ✓ La tendencia a nivel mundial, es usar simuladores propios, genéricos que permitan reforzar conocimientos que son comunes a la operación. Esto ayuda a aprovechar los tiempos en simuladores en el exterior, los cuales son más costosos, evitando el desaprovechamiento de las capacidades de un simulador Nivel D.
- ✓ Es un activo importante en el fortalecimiento en la formación de los futuros pilotos de la Fuerza, creando y formando competencias y habilidades cognitivas que le ayuden a crear conciencia de seguridad.
- ✓ Considerar que, si bien un simulador de vuelo podría usarse hasta 24 horas al día, es bastante pertinente definir las disponibilidades de los pilotos en igual sentido. Alguno de los dos deberá satisfacer la necesidad de utilización.
- ✓ Se asigne personal especializado en la operación e instrucción de misiones en el simulador; lo anterior, a que las misiones y programas que se realizan son propios de un equipo y sus operadores son sus mismos pilotos o instructores, los cuales tienen cargos de vuelo y cargas administrativas que limitan el uso de esta herramienta tan importante.
- ✓ Que se brinden los espacios y tiempo suficiente para que el personal pueda capacitarse y entrenarse. Adicionalmente, que el piloto estandarizador sea un cargo único y exclusivo.
- ✓ Que en lo PIE de cada equipo exista un entrenamiento que se adapte al simulador más conveniente según el equipo que se vuela.
- ✓ Crear programas de entrenamiento en este tipo dispositivos para sacar mejor provecho al entrenamiento FFS. Así mismo dejar claridad sobre la capacidad

limitada de estos dispositivos y que de ninguna manera reemplazan a los establecidos para el entrenamiento de FFS.

- ✓ No todos los simuladores tienen que ser FTD o FFS en su máxima categoría. La industria nacional puede desarrollar entrenadores muy efectivos para capacitar a las tripulaciones.

ANEXO B

Entrevista sobre el estado actual del uso de simuladores de vuelo propios de la FAC y perspectivas en el contexto de seguridad y defensa nacionales

Para examinar el estado actual del uso de simuladores de vuelo institucionales en el proceso educativo de pilotos de ala fija de la FAC y con miras a proponer recomendaciones para su fortalecimiento desde una perspectiva dada desde la Jefatura de Educación Aeronáutica y Espacial, se entrevistó al Director Entrenamiento Operaciones Aéreas.

Esta entrevista permitió examinar la información y postura de la institución en relación con el estado actual y la optimización de los simuladores de vuelo de ala fija propios de la FAC, identificando tanto beneficios en términos de seguridad y defensa nacionales, como desafíos que enfrenta la institución; además, permitió conocer propuestas y recomendaciones para optimizar su uso y fortalecer el proceso educativo de los pilotos mediante una formación más realista, segura y adaptada a las necesidades operacionales actuales.

El diseño metodológico de la entrevista se fundamentó en la ruta cualitativa, empleando la técnica de entrevista semiestructurada como instrumento de recolección de datos, con preguntas abiertas diseñadas para captar percepciones, conocimientos y valoraciones dadas por el entrevistado. De hecho, la metodología empleada garantizó la obtención de información relevante y estructurada, facilitando un análisis exhaustivo de las respuestas obtenidas. A continuación, se presentan las preguntas previamente planeadas para el desarrollo de la entrevista:

1. ¿Cuál es el estado actual del uso de simuladores de vuelo de aeronaves de ala fija, que son propios de la FAC?
2. Desde una perspectiva de Seguridad y Defensa Nacionales, ¿Qué ventajas y desafíos ha traído el uso de los simuladores de vuelo de ala fija con los que cuenta la institución?
3. Para las tripulaciones que no cuentan con un simulador propio de la institución que corresponda al tipo de aeronave que vuelan, ¿La FAC tiene contemplado un plan de acción para adquirirlos o para involucrar de manera formal algún tipo de entrenamiento a través de los simuladores de vuelo institucionales?
4. ¿Qué recomendaría para optimizar el uso de simuladores de vuelo propios de la FAC, especialmente en los que no corresponden a las aeronaves reales con las que cuenta la institución?
5. ¿Qué acciones se podrían contemplar para fortalecer el proceso educativo de los pilotos de ala fija de la FAC, en relación al uso de simuladores de vuelo institucionales?

La entrevista se realizó de manera virtual, con grabación de audio, siguiendo los criterios de rigor cualitativo establecidos por Hernández & Mendoza (2018) para garantizar la credibilidad, transferencia y confirmación de la información obtenida. Para acceder a la entrevista y sus respuestas, estas se encuentran almacenadas en formato digital en posesión del autor del presente artículo de investigación.

Es de resaltar, que la información obtenida de la entrevista realizada permitió crear una matriz comparativa con los resultados consolidados de la encuesta aplicada al personal de pilotos estandarizadores de cada uno de los equipos de ala fija de la FAC, lo cual facilita

la identificación de aspectos en los que ambas fuentes convergen y divergen respecto al uso de los simuladores de vuelo institucionales, los cuales se muestran a continuación:

Aspecto de Comparación	Entrevista (Nivel estratégico)	Encuesta a estandarizadores (Nivel operativo / táctico)
Convergencia		
Contribución a la misión y la seguridad	El uso de simuladores optimiza los recursos, mejora la eficiencia en el uso de aeronaves, y todo el entrenamiento está direccionado al cumplimiento de la misión institucional y a mantener la seguridad.	El 100% de los encuestados (24 de 24) considera que el uso de simuladores contribuye en la mejora de los estándares de seguridad operacional, así como en el desarrollo eficaz de la misión institucional.
Entrenamiento de habilidades no Técnicas	Se están usando simuladores, especialmente los estáticos o genéricos, para entrenar competencias no técnicas o habilidades blandas (liderazgo, toma de decisiones, trabajo en equipo).	La principal recomendación para optimizar el uso de simuladores genéricos es utilizarlos para programas de fortalecimiento de competencias no técnicas (20 respuestas).
Entrenamiento de vuelo por instrumentos	El entrenamiento tradicional con simuladores se relaciona con el entrenamiento de vuelo por instrumentos. Se recomienda formalizar el desarrollo de procedimientos genéricos (monomotor, bimotor).	La segunda recomendación más alta para optimizar el uso de simuladores genéricos es utilizarlos para entrenamiento de vuelo por instrumentos (17 respuestas).
Desarrollo de escenarios operacionales y amenazas	Se pueden ejecutar misiones que no se entrenan normalmente y desarrollar escenarios relacionados con amenazas actuales para mejorar técnicas, tácticas y procedimientos.	Se expone la opción de crear escenarios para simular misiones operacionales propias de un equipo (12 respuestas).
Inversión en nuevas tecnologías (Realidad virtual / Aumentada / Mixta)	Se menciona la dificultad de la industria para proporcionar simuladores FFS de categoría delta y la necesidad de usar entrenadores de otros niveles como los que tienen capacidades de realidad virtual, aumentada y mixta.	Hay un apoyo casi unánime: 23 de 24 encuestados consideran que la FAC debería incursionar en mayor medida en la adquisición de simuladores de vuelo con capacidades de realidad virtual, aumentada y mixta.
Divergencia		
Formalización del entrenamiento en el PIE	La Fuerza tiene un plan para el uso óptimo y la estructuración de programas de entrenamiento, que buscan complementar las habilidades técnicas con las no técnicas.	Solo una ligera mayoría reporta que el Programa de Instrucción y Entrenamiento (PIE) contempla misiones en simuladores propios de la FAC (13 SÍ vs. 11 NO).
Uso recurrente y conocimiento operacional	Se busca que el uso de simuladores institucionales permita mantener a los pilotos constantemente entrenados en el área de vuelo.	La mayoría de los pilotos no realizan entrenamiento recurrente en alguno de los simuladores propios de la FAC (14 NO vs. 10 SÍ). Además, 8 encuestados reportaron que ningún piloto de su equipo sabe cómo operar el simulador (encenderlo, posicionarlo, programar emergencias, entre otros).

ANEXO C

Propuesta de entrenamiento para el fortalecimiento de competencias aplicable a ser incorporada en los PIE de equipos de ala fija de la FAC

Basándose en la estructura estándar de información requerida para la estructuración de los PIE a través del formato de sílabo establecido por la FAC (2024) y en los requerimientos de información preliminar estipulados por la AAAES (2023) en el formato creado como guía de diseño de escenarios simulados, a continuación, se muestra una propuesta recomendable a ser incorporada en estos documentos, para cada tipo de aeronave de ala fija en la institución.

1. DATOS GENERALES:

NOMBRE DEL PROGRAMA / CAPACITACIÓN	Fortalecimiento de competencias
CATEGORÍA DE EDUCACIÓN	Educación informal
ORIENTACIÓN DEL PROGRAMA	Vuelo
TIPO DE PROGRAMA / CAPACITACIÓN	Entrenamiento recurrente
MÓDULO / ASIGNATURA	Curso de vuelo
CÓDIGO DEL MÓDULO / ASIGNATURA	CVR-Equipo-Cargo (PIL / COP)
N° DE CRÉDITOS / HORAS	08:00 hrs
PERFÍL DOCENTE	Piloto instructor de vuelo
EXPERIENCIA DOCENTE	Autonomía de vuelo vigente

2. JUSTIFICACIÓN DEL MÓDULO:



El mantenimiento de la proficiencia del piloto requiere un fortalecimiento de las competencias básicas definidas en la FAC, con el fin de mitigar riesgos operacionales y volar la aeronave de manera eficiente y segura. Este entrenamiento es de naturaleza teórico - práctica y se realizará anualmente mediante el uso de los simuladores de vuelo institucionales, permitiendo así la optimización de esta herramienta en la institución.

3. PROPÓSITO GENERAL DEL MÓDULO:












Proveer un repaso de los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para alcanzar el estándar apropiado a través de del empleo de un entrenamiento basado en evidencias donde se genere un enfoque en el fortalecimiento de las competencias esenciales para un piloto de la FAC.

4. COMPETENCIA GENERAL DEL MÓDULO:





Al finalizar los contenidos el estudiante estará en capacidad de:

-  Demostrar teóricamente el conocimiento amplio y suficiente de las competencias esenciales para un piloto en la FAC.
-  Aplicar de manera segura, eficiente y oportuna las competencias definidas para el personal de pilotos en la FAC.



5. COMPETENCIAS ESPECIFICAS DEL MÓDULO:

SABER	 Conoce las competencias definidas para el personal de pilotos de la Fuerza Aérea Colombiana.
SER	<ul style="list-style-type: none">  Respetar los lineamientos dados para la ejecución segura del vuelo.  Demuestra sentido ético y responsabilidad en su desempeño.  Reconoce y aplica los principios y valores institucionales en todo momento.  Responde con el buen manejo de los equipos.  Muestra motivación, actitud, compostura, confianza y seguridad en el desarrollo del vuelo.
HACER	<ul style="list-style-type: none">  Utiliza correctamente los manuales que orientan al ejercicio de la operación del vuelo.  Aplica la normatividad establecida en todos los procedimientos.  Demuestra proficiencia, criterio, seguridad y competencia para la ejecución del vuelo.
CONVIVIR	<ul style="list-style-type: none">  Respetar las opiniones de los demás.  Adquiere destreza para trabajar en equipo.

6. PREREQUISITOS:

-  Cumplir con los requisitos establecidos por la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) en el Manual de Instrucción y Entrenamiento de Vuelo (MINEV) FAC 7.2-R, para desempeñarse en actividades de vuelo.
-  Tener vigente el certificado de aptitud psicofísica expedido por el Centro de Medicina Aeroespacial de la FAC.
-  Pertener a la especialidad de vuelo en la FAC.
-  Tener autonomía de vuelo vigente, habiendo sido habilitado para desempeñarse como piloto del equipo. Lo anterior, teniendo en cuenta que este entrenamiento no se efectuará como parte de un curso inicial y sí como parte de los entrenamientos recurrentes anuales requeridos.

7. NORMATIVIDAD EDUCATIVA INSTITUCIONAL:

-  Manual de Instrucción y Entrenamiento de Vuelo (MINEV) FAC 7.2-C Restringido.
-  Reglamento académico SEFAC (2014) FAC-6-01-SEFAC

La instrucción y entrenamiento que la FAC imparte a sus estudiantes están orientadas por el cumplimiento de los siguientes principios:

- 🎯 El cumplimiento de la Constitución y la Ley.
- 🎯 La formación integral enfocada al cumplimiento de la misión constitucional de las Fuerzas Militares.
- 🎯 La búsqueda permanente de la calidad educativa
- 🎯 Las actividades académicas y administrativas estarán fundamentadas en los principios y valores de la FAC.
- 🎯 Desarrollar capacidades de aprendizaje por competencias, fortaleciendo la investigación en sus estudiantes y docentes, con el propósito de brindar una formación integral en el ámbito militar aeroespacial.
- 🎯 El respeto por la dignidad humana.

8. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA A APLICAR:

La estrategia pedagógica seleccionada para el desarrollo de competencias específicas parte de la integración de la enseñanza mediante el uso de simuladores de vuelo con el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984), contemplando así:

- 🎯 Conceptualización abstracta (Briefing del instructor y tiempo de estudio del alumno): en los espacios de briefing y estudio, el alumno se contextualiza en todos los procedimientos y técnicas adecuadas para el desarrollo de la misión de vuelo por instrumentos.
- 🎯 Experimentación activa (Práctica deliberada): permite que el alumno recree mentalmente el desarrollo de las tareas a realizar, lo cual permite adquirir una mayor destreza para una experiencia futura relacionada al vuelo por instrumentos.
- 🎯 Experiencia concreta (Vuelo en el simulador): promueve un aprendizaje experiencial.
- 🎯 Observación reflexiva (Post Briefing): el alumno reflexiona sobre la experiencia vivida con el apoyo y acompañamiento de su instructor.

De igual manera en cada una de las anteriores fases, se contempla:






- 🎯 Aprendizaje basado en preguntas: promueve en los estudiantes la participación, la resolución de dudas y aumentar los niveles de profundización.
- 🎯 Aprendizaje basado en demostración y ejecución: para efectos de la fase de experiencia concreta se puede contemplar el aprendizaje basado en demostraciones y posterior ejecución del alumno.
- 🎯 Aprendizaje basado en observación participante: facilitar la apropiación de los conocimientos a través de la observación directa de los procedimientos y técnicas adecuadas.

9. CONTENIDOS: (PR: presencial, TI: tiempo independiente)

Unidades de aprendizaje	Temas	Subtemas	Tópicos	Actividad de aprendizaje (didáctica):	Hrs. PR.	Hrs. TI	Total Hrs.
Unidad N° 1 ----- Área teórica	Competencias para pilotos de la FAC	Cuadro de tareas y maniobras de la misión	Programa EBT – Competencias en la FAC	Briefing y Post – Briefing	02:00	N/A	02:00
Unidad N° 2 ----- Área práctica	Misión de simulación – Fortalecimiento de competencias	Cuadro de tareas y maniobras de la misión	Programa EBT – Competencias en la FAC	Misión de entrenamiento de vuelo en simulador	02:00	04:00	06:00
TOTAL					04:00	04:00	08:00

(Nota: a continuación, se muestran dos cuadros empleados como modelo para especificar escenarios que deben ser ajustados de acuerdo a lo aplicable y necesario por cada equipo).

Escenario No. 1	
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> 🎯 Entrenar el proceso de toma de decisiones y la interacción con la cabina de pasajeros, bajo ambientes operacionales complejos, mientras existe alta carga de trabajo y presiones externas e internas, durante la ejecución de una misión de transporte especial. 🎯 Desarrollar la capacidad de aplicar conocimientos básicos de control y comportamiento de la aeronave, enfocándose en los instrumentos primarios de control y la correcta coordinación de la tripulación. 🎯 Entrenar la habilidad y competencia para ejecutar el control de la trayectoria manual de la aeronave.
Misión	Transporte aéreo especial
Ambiente de Escenario No.1	<ul style="list-style-type: none"> 🎯 Ruta: SKCL - SKBO 🎯 Meteorología: SKCL 1600Z 04015KT 3000 OVC007 27/24 QNH 1018 SKBO 1600Z 16014KT 4000 OVC006 17/16 QNH 1027 SKPQ 1600Z 18010KT 5000 BKN008 29/27 QNH 1015 Condiciones meteorológicas visuales en ruta 🎯 Combustible: el requerido para cumplir la misión.
Competencias por entrenar	<ul style="list-style-type: none"> 🎯 Conciencia situacional 🎯 Liderazgo y trabajo en equipo 🎯 Gestión del volumen de trabajo 🎯 Resolución de problemas y toma de decisiones 🎯 Gestión de la trayectoria de vuelo manual 🎯 Comunicación
Categorías primarias de amenaza	<ul style="list-style-type: none"> 🎯 Presiones autoimpuestas por el transporte de personalidades. 🎯 Amenazas de ataque a la aeronave, tripulación y pasajeros. 🎯 Fallas en los sistemas de presurización de la aeronave. 🎯 Limitaciones de combustible originadas del ataque a la aeronave.
Escenario	<p>Se indica a los pilotos que deben cumplir una misión de transporte aéreo especial en la ruta SKCL-SKBO contemplando la ocupación máxima de sillas disponibles para pasajeros. Adicional, se informa que se tiene contemplada la programación de una aeronave que desempeñará la misión de escolta aérea para la salida del vuelo. Se informa el reporte meteorológico para el despacho de la aeronave.</p> <ul style="list-style-type: none"> 🎯 Briefing: la tripulación debe efectuar el respectivo briefing, teniendo en cuenta la información presentada para el cumplimiento de la misión; así mismo debe contemplar un briefing con la aeronave que efectuará la escolta. 🎯 Prendida: dentro de parámetros normales. / Si no es la aeronave propia del equipo real, se entregará la aeronave prendida. 🎯 Rodaje: la tripulación debe sintonizar en un radio VHF disponible, la frecuencia interna de comunicación con el helicóptero que efectuará la escolta.

	<p> Despegue: procedimientos de operación normal.</p> <p> Salida: posterior al despegue, encontrándose aproximadamente a 1.500 fts, la tripulación recibe llamados del helicóptero escolta indicándole que se observa fuego enemigo y que inicie maniobras evasivas de inmediato, solicitando colación de la aeronave.</p> <p>Al instante, la tripulante de cabina, le indica al piloto que se escuchó un impacto en la aeronave y que se tiene un pasajero herido por impacto de arma de fuego; posterior, realiza llamados insistentes al piloto, expresando su preocupación por lo sucedido y pide instrucciones.</p> <p>(El propósito es observar el liderazgo del piloto y su interacción con la tripulación, así como las instrucciones que imparte y las decisiones que toma (entre los aspectos a contemplar, debe tener presente la situación de seguridad del aeródromo de origen, la despresurización por el impacto, la situación de emergencia, el aeródromo al que procederá, entre otros).</p> <p> Crucero: la tripulación enfrenta múltiples desafíos simultáneos que aumentan la carga de trabajo. Así, debe decidir a qué aeródromo dirigirse sin posibilidad de presurizar la aeronave, mientras enfrenta fallas en el piloto automático que exigen el vuelo de manera manual, todo en medio de la presión generada por la condición crítica del pasajero herido, los insistentes llamados de la tripulante de cabina y las comunicaciones del control de tránsito aéreo.</p> <p>(El propósito es evaluar las competencias requeridas para mantener una interacción efectiva con la cabina de pasajeros, coordinar adecuadamente con el control de tránsito aéreo, establecer comunicación con los servicios de tránsito aéreo y emitir correctamente una declaración de emergencia.).</p> <p> Aproximación: la tripulación debe efectuar el respectivo briefing, contemplando la gestión de requerimientos para la llegada al aeródromo y la existencia de limitaciones que para quedar en la envolvente de la aeronave.</p> <p> Atterrizaje: la tripulación debe contemplar la coordinación de atención médica para la llegada del pasajero afectado.</p> <p>Al finalizar la misión, se efectuará retroalimentación de lo observado en la misión, de la evaluación y las recomendaciones pertinentes.</p>
--	--

Fase de vuelo	Enfoque de competencias por fase de vuelo (Escenario No. 1)									
	Aplicación de conocimientos	Aplicación de procedimientos	Comunicación	Conciencia situacional	Control de la envolvente operacional	Gestión - trayectoria de vuelo manual	Gestión - trayectoria de vuelo automatizado	Gestión del volumen de trabajo	Liderazgo con trabajo en equipo	Resolución de problemas y toma de decisiones
Briefing				X				X	X	X
Prendida				X						

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”
Bogotá D.C., Colombia

Rodaje			X	X						
Despegue			X	X				X	X	
Ascenso				X				X	X	X
Crucero			X	X		X		X	X	
Descenso				X		X		X	X	
Aproximación				X		X		X		
Aterrizaje			X	X		X				
Rodaje			X	X						

B. EVALUACIÓN:

Escala valorativa: Satisfactorio (S) ó Insatisfactorio (I)

Criterios de evaluación:

🌐 De acuerdo con el MINEV, capítulo 10, numeral 10.1 Cursos de vuelo, párrafo

10.1.2.5. Evaluaciones de Instrucción y entrenamiento de vuelo (chequeos).

UNIDAD DE APRENDIZAJE	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD Y/O ENTREGABLE	PESO EN %
Área práctica (Misión de simulación – fortalecimiento de competencias)	Única	Chequeo de vuelo	100%
TOTAL			100

C. BIBLIOGRAFÍA

Fuerza Aeroespacial Colombiana. (2023). *Manual de Factores Humanos para la Aviación de Estado*. Autoridad Aeronáutica de Aviación de Estado

Díaz, Á. (2003). El Currículo. Tensiones conceptuales y prácticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2). <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/83>

Fuerza Aérea Colombiana. (2014). *Reglamento académico de la Fuerza Aérea Colombiana (SEFAC)*. Imprenta de las FF. MM.

_____. (2022). *Manual de instrucción y entrenamiento de vuelo (MINEV)*. [Reservado] (5.ª ed.). Imprenta de las FF. MM.

_____. (2024). *Manual Formato sílabo SEFAC (Formato de código: GH-JEAES-FR-639; versión 03)*. Imprenta de las FF. MM. (Vigente)

Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Rodríguez, C., & Ramírez, B. (2023). *Inventario de competencias clave para los pilotos de la Fuerza Aérea Colombiana*. Fuerza Aérea Colombiana. <https://doi.org/10.18667/99789585245655>

ANEXO D

Propuesta de entrenamiento recurrente de vuelo por instrumentos aplicable a ser incorporada en los PIE de equipos de ala fija de la FAC

Basándose en la estructura estándar de información requerida para la estructuración de los PIE a través del formato de sílabo establecido por la FAC (2024), a continuación, se muestra una propuesta recomendable a ser incorporada en estos documentos, para cada tipo de aeronave de ala fija en la institución.

1. DATOS GENERALES:

NOMBRE DEL PROGRAMA / CAPACITACIÓN	Entrenamiento recurrente de vuelo por instrumentos
CATEGORÍA DE EDUCACIÓN	Educación informal
ORIENTACIÓN DEL PROGRAMA	Vuelo
TIPO DE PROGRAMA / CAPACITACIÓN	Entrenamiento recurrente
MÓDULO / ASIGNATURA	Curso de vuelo
CÓDIGO DEL MÓDULO / ASIGNATURA	CVR-Equipo-Cargo (PIL / COP)
N° DE CRÉDITOS / HORAS	08:00 hrs
PERFÍL DOCENTE	Piloto instructor de vuelo
EXPERIENCIA DOCENTE	Autonomía de vuelo vigente

2. JUSTIFICACIÓN DEL MÓDULO / ASIGNATURA:



El mantenimiento de la proficiencia del piloto del equipo requiere un repaso anual de los conceptos básicos del vuelo por instrumentos con el fin de mitigar riesgos operacionales y volar la aeronave de manera eficiente y segura. El entrenamiento es de naturaleza teórico - práctica y se realizará anualmente mediante el uso de los simuladores de vuelo institucionales, permitiendo así la optimización de esta herramienta en la institución.

3. PROPÓSITO GENERAL DEL MÓDULO / ASIGNATURA:












Proveer un repaso de los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para alcanzar el estándar apropiado a través de la instrucción, entrenamiento y evaluación de procedimientos y técnicas básicas del vuelo por instrumentos.

4. COMPETENCIA GENERAL DEL MÓDULO / ASIGNATURA:




Al finalizar los contenidos el estudiante estará en capacidad de:

-  Demostrar teóricamente el conocimiento amplio y suficiente del vuelo por instrumentos.
-  Aplicar de manera segura, eficiente y oportuna los procedimientos establecidos para el vuelo por instrumentos (IFR).



5. COMPETENCIAS ESPECIFICAS DEL MÓDULO / ASIGNATURA:

SABER	<ul style="list-style-type: none">  Conoce los procedimientos enmarcados a las normas generales y regulaciones vigentes de la Fuerza Aérea Colombiana y la Aeronáutica Civil.
SER	<ul style="list-style-type: none">  Respetar las normas y procedimientos establecidos para la ejecución segura del vuelo por instrumentos.  Demuestra sentido ético y responsabilidad en su desempeño.  Reconoce y aplica los principios y valores institucionales en todo momento.  Responde con el buen manejo de los equipos.  Muestra motivación, actitud, compostura, confianza y seguridad en el desarrollo del vuelo por instrumentos.
HACER	<ul style="list-style-type: none">  Utiliza correctamente los manuales que orientan al ejercicio de la operación del vuelo por instrumentos.  Aplica la normatividad establecida en todos los procedimientos.  Demuestra proficiencia, criterio y seguridad en la ejecución del vuelo por instrumentos.
CONVIVIR	<ul style="list-style-type: none">  Respetar las opiniones de los demás.  Adquiere destreza para trabajar en equipo.



6. PREREQUISITOS:

-  Cumplir con los requisitos establecidos por la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) en el Manual de Instrucción y Entrenamiento de Vuelo (MINEV) FAC 7.2-R, para desempeñarse en actividades de vuelo.
-  Tener vigente el certificado de aptitud psicofísica expedido por el Centro de Medicina Aeroespacial de la FAC.
-  Pertenecer a la especialidad de vuelo en la FAC.

7. NORMATIVIDAD EDUCATIVA INSTITUCIONAL:

-  Manual de Instrucción y Entrenamiento de Vuelo (MINEV) FAC 7.2-C Restringido.
-  Reglamento académico SEFAC (2014) FAC-6-01-SEFAC

La instrucción y entrenamiento que la FAC imparte a sus estudiantes están orientadas por el cumplimiento de los siguientes principios:

-  El cumplimiento de la Constitución y la Ley.
-  La formación integral enfocada al cumplimiento de la misión constitucional de las Fuerzas Militares.

- 🌟 La búsqueda permanente de la calidad educativa
- 🌟 Las actividades académicas y administrativas estarán fundamentadas en los principios y valores de la FAC.
- 🌟 Desarrollar capacidades de aprendizaje por competencias, fortaleciendo la investigación en sus estudiantes y docentes, con el propósito de brindar una formación integral en el ámbito militar aeroespacial.
- 🌟 El respeto por la dignidad humana.

8. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA A APLICAR:

La estrategia pedagógica seleccionada para el desarrollo de competencias específicas parte de la integración de la enseñanza mediante el uso de simuladores de vuelo con el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984), contemplando así:

- 🌟 Conceptualización abstracta (Briefing del instructor y tiempo de estudio del alumno): en los espacios de briefing y estudio, el alumno se contextualiza en todos los procedimientos y técnicas adecuadas para el desarrollo de la misión de vuelo por instrumentos.
- 🌟 Experimentación activa (Práctica deliberada): permite que el alumno recree mentalmente el desarrollo de las tareas a realizar, lo cual permite adquirir una mayor destreza para una experiencia futura relacionada al vuelo por instrumentos.
- 🌟 Experiencia concreta (Vuelo en el simulador): promueve un aprendizaje experiencial.
- 🌟 Observación reflexiva (Post Briefing): el alumno reflexiona sobre la experiencia vivida con el apoyo y acompañamiento de su instructor.

De igual manera en cada una de las anteriores fases, se contempla:

- 🌟 Aprendizaje basado en preguntas: promueve en los estudiantes la participación, la resolución de dudas y aumentar los niveles de profundización.
- 🌟 Aprendizaje basado en demostración y ejecución: para efectos de la fase de experiencia concreta se puede contemplar el aprendizaje basado en demostraciones y posterior ejecución del alumno.
- 🌟 Aprendizaje basado en observación participante: facilitar la apropiación de los conocimientos a través de la observación directa de los procedimientos y técnicas adecuadas.

9. CONTENIDOS:

Unidades de aprendizaje	Temas	Subtemas	Tópicos	Actividad de aprendizaje (didáctica):	Hrs. PR.	Hrs. TI	Total Hrs.
Unidad N° 1 ----- Área teórica	Procedimientos y técnicas del vuelo por instrumentos	Cuadro de tareas y maniobras de la misión	Reglas de vuelo por instrumentos (IFR)	Briefing y Post – Briefing	02:00	N/A	02:00
Unidad N° 2 ----- Área práctica	Misión de simulación - entrenamiento recurrente del vuelo por instrumentos	Cuadro de tareas y maniobras de la misión	Reglas de vuelo por instrumentos (IFR)	Misión de entrenamiento de vuelo en simulador	02:00	04:00	06:00
TOTAL					04:00	04:00	08:00

PR: presencial

TI: tiempo independiente

Cuadro de tareas y maniobras del entrenamiento en simulador

Tarea		SIM-1
OPERACIÓN EN TIERRA		
1	Briefing General (Definición de conceptos)	+
2	Plan de vuelo, reportes meteorológicos y notams	+
3	Cartas de despegue, ruta, aproximación, aeródromo (segmentos)	+
4	Preparación de cabina	+
OPERACIÓN EN VUELO		
5	Briefing de despegue	+
6	Alistamiento de cabina	+
7	Despegue (Procedimientos SID)	+
8	Call outs	+
9	Control del avión y manejo de velocidades en ascenso	+
10	Nivelada y ajustes de potencia para el crucero	+
11	Virajes 20° y 30° banqueo	+
12	Interceptación de radiales (saliendo y entrando)	+
13	Interceptación arco-radial y radial-arco	+
14	Navegación Fix to Fix	+
15	"S" verticales (A, B, C y D)	+
16	Incorporación a patrones de espera	+
17	Briefing de aproximación	+
18	Descenso	+
19	Control vuelo automático (si aplica)	+
20	Control vuelo manual	+
21	Falla de instrumentos de navegación (uso instrumentos auxiliares)	+
22	Procedimientos de llegada normalizada (STAR)	+
23	Aproximación de precisión	+
24	Aproximación de no precisión	+
25	Aproximación frustrada bimotor	+
26	Aproximación frustrada (un solo motor)	+
27	Call outs de aproximación	+
28	Aproximación circular	+
29	Aterrizaje	+
30	CRM	+
31	Comunicaciones	+
TIEMPO DE MISIÓN		02:00

+: Maniobra calificable

(Nota: el cuadro anterior es de referencia. Cada equipo deberá ajustarlo de acuerdo a las capacidades de su aeronave y del simulador de vuelo institucional en el que se proyectará el desarrollo del entrenamiento).

B. EVALUACIÓN:

Escala valorativa: Satisfactorio (S) ó Insatisfactorio (I)

Criterios de evaluación:

- 🌈 De acuerdo con el MINEV, capítulo 10, numeral 10.1 Cursos de vuelo, párrafo 10.1.2.5. Evaluaciones de Instrucción y entrenamiento de vuelo (chequeos).

UNIDAD DE APRENDIZAJE	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD Y/O ENTREGABLE	PESO EN %
Área práctica (Misión de simulación - entrenamiento recurrente del vuelo por instrumentos)	Única	Chequeo de vuelo	100%
TOTAL			100

C. BIBLIOGRAFÍA

- Díaz, Á. (2003). El Currículo. Tensiones conceptuales y prácticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2). <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/83>
- Fuerza Aérea Colombiana. (2014). *Reglamento académico de la Fuerza Aérea Colombiana (SEFAC)*. Imprenta de las FF. MM.
- ____ (2022). *Manual de instrucción y entrenamiento de vuelo (MINEV)*. [Reservado] (5.ª ed.). Imprenta de las FF. MM.
- ____ (2024). *Manual Formato sílabo SEFAC (Formato de código: GH-JEAES-FR-639; versión 03)*. Imprenta de las FF. MM. (Vigente)
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.