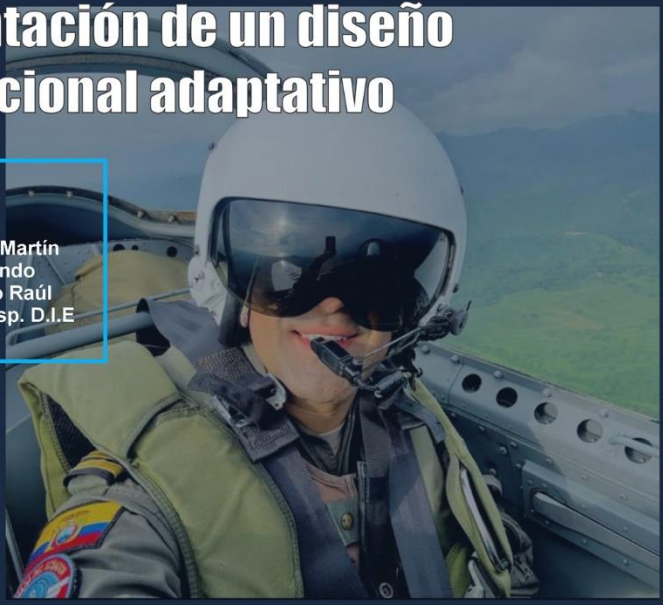


Optimización de competencias técnicas y militares en la Aviación Naval del Ecuador: Implementación de un diseño instruccional adaptativo

AUTORES:

SGOP-EL-AV Rocafuerte Cobos Pablo Martín
SGOS-MC-AV Medina Ortiz José Fernando
CBOP-MC-AV Arteaga Yunda Alejandro Raúl
Lic. Armas Chamorro Edgar Patricio Esp. D.I.E



Optimización de competencias técnicas y militares en la Aviación Naval del Ecuador:

Implementación de un diseño instruccional adaptativo

Autores:

SGOP-EL-AV Rocafuerte Cobos Pablo Martín

SGOS-MC-AV Medina Ortiz José Fernando

CBOP-MC-AV Arteaga Yunda Alejandro Raúl

Lic. Armas Chamorro Edgar Patricio Esp. D.I.E.

Optimización de competencias técnicas y militares en la Aviación Naval del Ecuador: Implementación de un diseño instruccional adaptativo

Autores
SGOP-EL-AV Pablo Martín Rocafuerte Cobos
SGOS-MC-AV José Fernando Medina Ortiz
CBOP-MC-AV Alejandro Raúl Arteaga Yunda
Lic. Edgar Patricio Armas Chamorro, Esp. D.I.E.

ISBN: 978-9942-575-67-8

Páginas Brillantes Ecuador S.A.S.
Quito, Ecuador, 2026
www.paginasbrillantesecuador.com

Índice

PRÓLOGO 14
SOBRE LOS AUTORES 15
CAPÍTULO I Fundamentos Epistemológicos de la Formación Aeronáutica Militar 17
1.1. La aviación militar como campo de conocimiento interdisciplinario ..18
1.1.1. Convergencia entre ciencias aeronáuticas, pedagogía y neurociencia cognitiva 19
1.1.2. La especificidad epistemológica del saber aeronáutico-militar frente al civil 20
1.1.3. Fundamentos filosóficos de la formación del piloto naval 21
1.1.4. La construcción histórica del pensamiento pedagógico en la aviación militar 22
1.1.5. Paradigmas contemporáneos de la educación militar aeronáutica 23
1.2. Teorías del aprendizaje aplicadas a entornos de alta exigencia operativa 24
1.2.1. El constructivismo y su pertinencia en la instrucción de vuelo 25
1.2.2. La teoría de la carga cognitiva en ambientes de estrés operacional 26
1.2.3. El aprendizaje situado y la práctica auténtica en simuladores 27
1.2.4. Modelos conductuales y su vigencia en la evaluación de destrezas técnicas 28
1.2.5. Enfoques integradores para el desarrollo del desempeño profesional multidimensional 29
1.3. Desarrollo profesional del piloto aviador naval 30
1.3.1. Distinción entre habilidad, destreza, aptitud y competencia 30
1.3.2. Clasificación de capacidades técnicas, tácticas y actitudinales .31
1.3.3. La proficiencia operacional como estándar de desempeño 32
1.3.4. Liderazgo, toma de decisiones y trabajo colaborativo 33
1.3.5. Modelos internacionales para el desarrollo profesional aeronáutico 34
1.4. Factores humanos en la aviación naval 36
1.4.1. Principios de la psicología aeronáutica aplicada al desempeño .36
1.4.2. Carga mental, fatiga operacional y rendimiento en vuelo 37
1.4.3. Resiliencia psicológica y toma de decisiones bajo presión 38

1.4.4. Crew Resource Management (CRM) y coordinación de tripulación 39
1.4.5. Cultura de seguridad operacional y prevención del error humano 40
1.5. Marco institucional y normativo de la educación naval aeronáutica ..41
1.5.1. La Escuela de Aviación Naval en el subsistema educativo de la Armada 42
1.5.2. Vinculación con el Plan Estratégico de Fuerzas Armadas 43
1.5.3. Normativa sobre proficiencia operacional y horas mínimas de vuelo 44
1.5.4. Integridad académica y ética profesional en la formación militar 45
1.5.5. Articulación entre la formación académica y la especialización operativa 46
Reflexión de cierre 47
CAPÍTULO II Diseño Instruccional en Contextos Militares de Alta Complejidad 49
2.1. Modelos clásicos de diseño instruccional y su transferencia al ámbito militar 50
2.1.1. El modelo ADDIE aplicado a la formación de pilotos navales 50
2.1.2. El diseño instruccional de Dick y Carey en programas de especialización 52
2.1.3. La taxonomía de Bloom revisitada para el desarrollo psicomotor53
2.1.4. El ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb en la instrucción de vuelo 54
2.1.5. Aportes de Gagné a la secuenciación de eventos instruccionales 55
2.2. Análisis de necesidades formativas en la especialidad aeronáutica ..56
2.2.1. Diagnóstico de brechas de desempeño profesional 57
2.2.2. Metodologías de análisis de tareas críticas de vuelo 57
2.2.3. Identificación de perfiles de ingreso y su heterogeneidad cognitiva 59
2.2.4. Consulta a expertos operativos para la validación de contenidos 59
2.2.5. Priorización curricular en función del riesgo operacional 60
2.3. Arquitectura curricular modular para la formación aeronáutica 61
2.3.1. Estructuración por contenidos imprescindibles y núcleos de conocimiento 62

2.3.2. Secuenciación de fases académica y práctica de vuelo 62
2.3.3. Integración de experiencias formativas progresivas 63
2.3.4. Alineación entre resultados de aprendizaje y estándares institucionales 64
2.3.5. Flexibilidad curricular según especialidades aeronáuticas 65
2.4. Recursos didácticos convencionales en la instrucción aeronáutica ..65
2.4.1. El simulador de vuelo como recurso estandarizado de práctica..66
2.4.2. Manuales técnicos, cartas aeronáuticas y ayudas instruccionales 67
2.4.3. Estudio de casos y resolución de problemas operacionales 67
2.4.4. Ejercicios prácticos y entrenamiento presencial supervisado.....68
2.4.5. Criterios institucionales para la selección de recursos didácticos 69
2.5. Validación y aseguramiento de la calidad curricular 70
2.5.1. Revisión técnica del diseño curricular 70
2.5.2. Pilotaje y ajuste del syllabus previo a su implementación.....70
2.5.3. Coherencia entre objetivos, contenidos y evaluación 71
2.5.4. Evaluación curricular institucional.....72
2.5.5. Actualización y mejora continua del currículo 73
Reflexión de cierre 74
CAPÍTULO III Aprendizaje Adaptativo y Personalización de la Instrucción Militar 77
3.1. Fundamentos conceptuales del aprendizaje adaptativo 79
3.1.1. Del diseño uniforme a la personalización del aprendizaje 79
3.1.2. Diferencias entre personalización, diferenciación y adaptatividad 80
3.1.3. Modelos de estudiante y representación computacional 81
3.1.4. Principios de la instrucción adaptativa basada en desempeño ...82
3.1.5. Límites éticos y operativos en contextos militares 83
3.2. Tecnologías habilitantes del aprendizaje adaptativo.....84
3.2.1. Sistemas tutoriales inteligentes aplicados a la instrucción de vuelo 84
3.2.2. Analítica de aprendizaje para la toma de decisiones pedagógicas 86
3.2.3. Algoritmos de ajuste dinámico en simuladores.....86
3.2.4. Plataformas inteligentes con trayectorias personalizadas 88
3.2.5. Inteligencia artificial aplicada a la evaluación formativa.....88

3.3. Personalización del entrenamiento aeronáutico 89
3.3.1. Estilos y ritmos individuales de aprendizaje.....89
3.3.2. Estrategias de nivelación académica 90
3.3.3. Rutas de profundización para alto desempeño 91
3.3.4. Adaptaciones según condiciones psicofísicas temporales.....91
3.3.5. Optimización individual del rendimiento operacional.....92
3.4. Retroalimentación adaptativa y autorregulación del aprendizaje.....93
3.4.1. Retroalimentación inmediata basada en desempeño 94
3.4.2. Autorregulación del aprendizaje profesional.....95
3.4.3. Metacognición aplicada al análisis del desempeño en vuelo 95
3.4.4. Sistemas predictivos de alerta temprana 96
3.4.5. Rol del instructor como facilitador adaptativo 97
3.5. Implementación institucional del modelo adaptativo 97
3.5.1. Condiciones organizacionales para la transformación digital 98
3.5.2. Desarrollo profesional del instructor militar 99
3.5.3. Integración del modelo adaptativo con la normativa institucional 99
3.5.4. Sostenibilidad y escalabilidad de la implementación 101
3.5.5. Experiencias internacionales en Fuerzas Armadas 101
Reflexión de cierre 103
CAPÍTULO IV Optimización del Desempeño Técnico y Operacional en la Aviación Naval.....105
4.1. Capacidades técnicas esenciales del piloto naval.....106
4.1.1. Dominio de sistemas de aeronaves y procedimientos operacionales.....107
4.1.2. Navegación aérea y conciencia situacional 107
4.1.3. Procedimientos de emergencia y gestión de fallas en vuelo 108
4.1.4. Operaciones embarcadas y coordinación táctica naval 109
4.1.5. Especialización en ala fija, ala rotatoria y sistemas no tripulados 110
4.2. Optimización del entrenamiento psicomotor 111
4.2.1. Curvas de aprendizaje en la adquisición de destrezas de vuelo 111
4.2.2. Transferencia del simulador a la aeronave real 112
4.2.3. Automatización de procedimientos y reducción de carga cognitiva 113
4.2.4. Entrenamiento distribuido para consolidar habilidades 114
4.2.5. Prevención y corrección sistemática del error operacional.....115

4.3. Gestión del desempeño en escenarios críticos 116
4.3.1. Juicio situacional y toma de decisiones en tiempo real 116
4.3.2. Gestión del riesgo operacional (ORM) 117
4.3.3. Threat and Error Management (TEM) aplicado a operaciones navales..... 118
4.3.4. Simulación de escenarios tácticos de alta complejidad 118
4.3.5. Evaluación objetiva del desempeño operacional 120
4.4. Integración del desempeño técnico y doctrinario 120
4.4.1. Articulación entre pericia aeronáutica y doctrina militar naval .. 121
4.4.2. Liderazgo y disciplina en operaciones aéreas 121
4.4.3. Ética profesional y responsabilidad operacional..... 122
4.4.4. Trabajo interdisciplinario entre el piloto naval y los TMA de mantenimiento 123
4.4.5. Consolidación de la identidad profesional del aviador naval 124
4.5. Desarrollo profesional continuo 125
4.5.1. Programas de reentrenamiento y recertificación periódica..... 125
4.5.2. Prevención del deterioro de capacidades por desuso operacional 126
4.5.3. Actualización tecnológica permanente 128
4.5.4. Gestión del conocimiento entre generaciones de pilotos navales 128
4.5.5. Cultura organizacional de mejora continua 129
Reflexión de cierre 130
CAPÍTULO V Evaluación, Investigación e Innovación en la Formación Aeronáutica Naval 133
5.1. Evaluación integral del desempeño profesional 134
5.1.1. Evaluación basada en criterios de desempeño observable..... 135
5.1.2. Instrumentos de calificación de vuelo y validez psicométrica ... 136
5.1.3. Evaluación integral de capacidades técnicas, prácticas y actitudinales 137
5.1.4. Estándares de proficiencia operacional 138
5.1.5. Aseguramiento de la calidad del entrenamiento 139
5.2. Investigación aplicada como motor de innovación educativa militar 140
5.2.1. Líneas institucionales de investigación aeronáutica 141
5.2.2. Investigación-acción para la mejora del entrenamiento 141
5.2.3. Producción científica en pedagogía militar aeronáutica 142
5.2.4. Innovación tecnológica basada en evidencia..... 143

5.2.5. Ética de la investigación con personal militar 144
5.3. Innovación tecnológica al servicio de la instrucción 144
5.3.1. Inteligencia artificial aplicada al diagnóstico del desempeño ... 145
5.3.2. Big Data y analítica predictiva 146
5.3.3. Realidad virtual, aumentada y mixta en la formación militar 146
5.3.4. Cooperación entre academia, industria y Fuerzas Armadas para I+D+i 147
5.3.5. Prospectiva tecnológica de la Aviación Naval hacia 2035 148
5.4. Impacto estratégico del modelo adaptativo 149
5.4.1. Indicadores de eficiencia institucional 149
5.4.2. Análisis costo-beneficio de la transformación tecnológica 150
5.4.3. Impacto sobre la seguridad operacional 151
5.4.4. Fortalecimiento de las capacidades estratégicas institucionales 152
5.4.5. Percepción de instructores y alumnos sobre el modelo adaptativo 153
5.5. Prospectiva para la Aviación Naval 153
5.5.1. Hoja de ruta para la institucionalización del modelo adaptativo 154
5.5.2. Recomendaciones normativas y curriculares 155
5.5.3. Requerimientos de infraestructura tecnológica y desarrollo docente 156
5.5.4. Escalabilidad del modelo hacia otras especialidades de las Fuerzas Armadas 156
5.5.5. Perfil competencial del aviador naval del siglo XXI 157
Reflexión de cierre 158
Referencias 161
Anexos: articulación normativa nacional y evaluación de la proficiencia operacional 166
Anexo A. Matriz de alineación normativa nacional 169
A.1. Jerarquía normativa y principio de subordinación de los marcos referenciales 169
A.2. Matriz de alineación entre el diseño adaptativo y el Reglamento de Educación Militar 170
A.3. Materias que el Reglamento remite al Manual de Educación de la Armada 174
Anexo B. Mecanismo de homologación de horas y créditos por entrenamiento adaptativo en simulador 177

B.1. Planteamiento del problema regulatorio 177
B.2. Fundamento reglamentario y figura normativa propuesta 177
B.3. Procedimiento de homologación 178
B.4. Salvaguardas de la homologación 179
Anexo C. Transposición de estándares internacionales a la normativa de la Aviación Naval 181
C.1. Sentido de la transposición 181
C.2. Marcos de referencia e instrumentos nacionales de destino 181
C.3. Ruta de transposición 183
Anexo D. Marco de protección de datos, integridad y ética en plataformas de aprendizaje adaptativo 184
D.1. Fundamento jurídico y alcance 184
D.2. Principios y disposiciones normativas propuestas 185
D.3. Ética en el uso de datos de desempeño militar 186
Anexo E. Calibración de la hoja de ruta a la planificación y al presupuesto institucional 187
E.1. Criterio de calibración 187
E.2. Articulación de cada fase con la planificación institucional 188
Anexo F. Matriz normativo-curricular para la formación adaptativa en la Aviación Naval 190
Anexo G. Instrumentos de evaluación para escenarios de simulación crítica (Fase 5) 193
G.1. Instrumento 1: escala de calificación conductual anclada (BARS) para CRM, TEM y ORM 193
G.2. Instrumento 2: rúbrica analítica de desempeño técnico y psicomotor en emergencias 196
G.3. Instrumento 3: protocolo sumativo y criterios de reprobación automática 198
G.4. Protocolo de debriefing estructurado posterior a la simulación 200
Referencias de los anexos 201

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación entre el conocimiento aeronáutico militar y civil 21
Tabla 2. Clasificación de capacidades técnicas, tácticas y actitudinales 32
Tabla 3. Componentes de la cultura de seguridad operacional 41
Tabla 4. Normativa sobre proficiencia operacional y horas mínimas de vuelo 45
Tabla 5. Metodologías para el análisis de tareas críticas de vuelo 58
Tabla 6. Relación entre resultados de aprendizaje y estándares institucionales.....64
Tabla 7. Criterios para la selección de recursos didácticos aeronáuticos 69
Tabla 8. Etapas del pilotaje y ajuste del syllabus institucional 71
Tabla 9. Estrategias para la optimización individual del rendimiento operacional.....93
Tabla 10. Integración del modelo adaptativo con la normativa institucional 100
Tabla 11. Factores que favorecen la transferencia del simulador al vuelo real 113
Tabla 12. Componentes del modelo Threat and Error Management (TEM) ..119
Tabla 13. Factores asociados al deterioro de capacidades operacionales .127
Tabla 14. Estrategias para la gestión del conocimiento institucional 129
Tabla 15. Instrumentos para la evaluación del desempeño en vuelo 137
Tabla 16. Líneas de producción científica en pedagogía militar aeronáutica 143
Tabla 17. Análisis costo-beneficio de la transformación tecnológica 151
Tabla 18. Hoja de ruta para la institucionalización del modelo adaptativo ..154
Tabla A1. Relación entre los anexos y las secciones de la obra que complementan.....167
Tabla A2. Matriz de alineación entre el diseño adaptativo y la normativa educativa militar nacional 170
Tabla A3. Materias remitidas al Manual de Educación de la Armada y su implicancia para el modelo adaptativo 175
Tabla A4. Procedimiento de homologación de horas y créditos por entrenamiento adaptativo 178
Tabla A5. Transposición de los marcos internacionales a los instrumentos normativos nacionales.....181

Tabla A6. Principios y disposiciones propuestas para la custodia y el uso de los datos de desempeño 185
Tabla A7. Calibración de las fases de la hoja de ruta frente a la planificación y el presupuesto institucional 188
Tabla A8. Matriz normativo-curricular del modelo adaptativo 190
Tabla A9. Escala de calificación conductual anclada (BARS) para CRM, TEM y ORM 193
Tabla A10. Correspondencia propuesta entre los niveles BARS y la escala de calificaciones del Reglamento 195
Tabla A11. Rúbrica analítica de desempeño técnico y psicomotor en emergencias 197
Tabla A12. Matriz de ponderación final de la certificación de proficiencia en simulador 198
Tabla A13. Criterios de reprobación automática (red lines) 199
Tabla A14. Protocolo de debriefing estructurado posterior a la simulación 200

Índice de figuras

Figura 1. Evolución histórica del pensamiento pedagógico en la aviación militar 23
Figura 2. Modelo del aprendizaje situado en simuladores de vuelo 28
Figura 3. Integración del liderazgo y la toma de decisiones en operaciones aéreas.....34
Figura 4. Aplicación del modelo ADDIE en la formación de pilotos navales...52
Figura 5. Proceso de priorización curricular según el riesgo operacional 61
Figura 6. Metodología para la resolución de problemas operacionales 68
Figura 7. Modelo conceptual de la instrucción adaptativa 83
Figura 8. Funcionamiento de los algoritmos de ajuste dinámico en simuladores 87
Figura 9. Ciclo de retroalimentación adaptativa basada en desempeño 94
Figura 10. Experiencias internacionales de aprendizaje adaptativo en Fuerzas Armadas 102
Figura 11. Componentes de la conciencia situacional durante el vuelo.....108
Figura 12. Proceso de prevención y corrección del error operacional 115
Figura 13. Interacción entre piloto, tripulación y personal de mantenimiento 124
Figura 14. Sistema de aseguramiento de la calidad del entrenamiento aeronáutico.....140
Figura 15. Ecosistema de cooperación entre academia, industria y Fuerzas Armadas 148
Figura 16. Perfil competencial del aviador naval del siglo XXI.....158

PRÓLOGO

La formación del aviador naval constituye uno de los desafíos pedagógicos e institucionales más exigentes dentro de las Fuerzas Armadas, particularmente en la Escuela de Aviación Naval «TNFG Rómulo Donoso Ramírez». Este proceso demanda conjugar la precisión técnica aeronáutica con la disciplina táctica propia de las operaciones navales, la capacidad para tomar decisiones bajo presión y un sólido compromiso ético. En este contexto, la presente obra, concebida por los señores Tripulantes SGOP-EL-AV Pablo Martín Rocafuerte Cobos, SGOS-MC-AV José Fernando Medina Ortiz y CBOP-MC-AV Alejandro Raúl Arteaga Yunda, junto con el servidor público Lic. Edgar Patricio Armas Chamorro, Esp. D.I.E., en su calidad de Coordinador Académico, se constituye en un aporte doctrinario e instruccional orientado al fortalecimiento y la modernización de la enseñanza aeronáutica en la Armada del Ecuador.

De igual manera, expresamos nuestro sincero agradecimiento a los señores Oficiales Pilotos Instructores de la Aviación Naval, quienes, con su valiosa experiencia profesional, predisposición y espíritu de colaboración, contribuyeron significativamente a la revisión del material gráfico y documental de esta obra, así como a la autorización para el uso de las fotografías e imágenes que enriquecen e ilustran sus contenidos. Su aporte representa una valiosa contribución al fortalecimiento de esta publicación y al propósito de preservar, transmitir y enriquecer los conocimientos, las experiencias y las tradiciones que distinguen a nuestra institución.

Finalmente, expresamos nuestra profunda gratitud a nuestras familias, cuyo apoyo incondicional ha sido fuente permanente de fortaleza, motivación e inspiración durante el desarrollo de este proyecto. Su paciencia, comprensión y amor nos acompañaron en cada jornada de trabajo, convirtiéndose en el soporte fundamental para superar los desafíos y culminar esta obra. A ellas dedicamos también este logro, como testimonio de que detrás de cada esfuerzo y meta alcanzada existe el respaldo invaluable de quienes comparten nuestro camino.

SOBRE LOS AUTORES



SGOP-EL-AV Pablo Martín Rocafuerte Cobos

Armada del Ecuador / Aviación Naval

Formación: Tecnólogo, Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

ORCID: https://orcid.org/0009-0008-3682-0808

Correo: procafuerte@armada.mil.ec



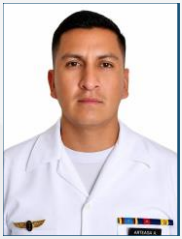
SGOS-MC-AV José Fernando Medina Ortiz

Armada del Ecuador / Aviación Naval

Formación: Tecnólogo, Centro Tecnológico Naval.

ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0934-1920

Correo: jmedinao@armada.mil.ec



CBOP-MC-AV Alejandro Raúl Arteaga Yunda

Armada del Ecuador / Aviación Naval

Formación: Tecnólogo Superior en Mecánica Naval, Centro Tecnológico Naval.

ORCID: https://orcid.org/0009-0000-2640-8483

Correo: aarteagay@armada.mil.ec



Lic. Edgar Patricio Armas Chamorro, Esp. D.I.E.

Armada del Ecuador / Aviación Naval

Coordinador Académico de la obra. Coordinador de Centros de Formación Militar, ESDEAV

Formación: Especialista en Desarrollo de la Inteligencia y Educación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

ORCID: https://orcid.org/0009-0002-9122-2508

Correo: earmas@armada.mil.ec

PÁGINAS BRILLANTES ECUADOR
Palabras Brillantes, Mentes Creativas



CAPÍTULO 1

Fundamentos epistemológicos de la formación aeronáutica militar

CAPÍTULO I
Fundamentos Epistemológicos de la Formación Aeronáutica Militar

La formación del piloto naval combina conocimientos técnicos altamente especializados, competencias psicomotoras de precisión, juicio situacional bajo incertidumbre y presión extrema, y una formación ética y doctrinaria que orienta el desempeño del aviador dentro del marco institucional de las Fuerzas Armadas. Este capítulo establece los fundamentos epistemológicos sobre los que se apoya el resto de la obra. Aborda la naturaleza interdisciplinaria del conocimiento aeronáutico-militar, las teorías del aprendizaje pertinentes para entornos de alta exigencia operativa, el desarrollo profesional del piloto como construcción progresiva de competencias, los factores humanos que condicionan el desempeño y el marco institucional y normativo de la educación naval aeronáutica.

El capítulo ofrece a instructores y diseñadores curriculares militares un marco conceptual actualizado para fundamentar, con base teórica y evidencia empírica internacional, las decisiones de diseño instruccional que se desarrollan en los capítulos posteriores. Su premisa es que la formación aeronáutica militar difiere de otras modalidades de educación profesional, y que la innovación curricular que ignore esa diferencia corre el riesgo de aplicar modelos pedagógicos concebidos para contextos distintos, sin atender las particularidades operativas, doctrinarias y humanas de la Aviación Naval. De ahí la tesis que recorre toda la obra: la optimización de las competencias técnicas y militares en la aviación naval no se logra transfiriendo modelos pedagógicos genéricos, sino mediante un diseño instruccional adaptado a las particularidades epistemológicas,

operativas y humanas de este campo y sustentado en evidencia científica proveniente tanto de las ciencias de la educación como de la investigación aeronáutica y militar internacional.

El capítulo se organiza en cinco secciones. La primera examina la aviación naval como campo de conocimiento interdisciplinario, su especificidad frente al conocimiento aeronáutico civil y su construcción histórica y filosófica. La segunda analiza las teorías del aprendizaje aplicables a entornos de alta exigencia, del constructivismo a los enfoques integradores. La tercera trata el desarrollo profesional del piloto: distingue habilidad, destreza, aptitud y competencia, y revisa los estándares internacionales de proficiencia operacional. La cuarta aborda los factores humanos, entre ellos la psicología aeronáutica, la carga mental y la cultura de seguridad. La quinta describe el marco institucional y normativo en que se inscribe la educación naval aeronáutica.

1.1. La aviación militar como campo de conocimiento interdisciplinario

La aviación militar, y en particular la naval, es un campo que no puede comprenderse desde una única disciplina académica: exige la convergencia deliberada de varias tradiciones de conocimiento científico, cada una de las cuales aporta una dimensión indispensable del fenómeno formativo que esta obra examina. Este saber se construye en la confluencia de las ciencias aeronáuticas, la pedagogía y la neurociencia cognitiva, y se distingue del conocimiento aeronáutico civil por su especificidad epistemológica, sus fundamentos filosóficos y su propia genealogía pedagógica.

1.1.1. Convergencia entre ciencias aeronáuticas, pedagogía y neurociencia cognitiva

La formación del piloto naval integra tres tradiciones de conocimiento científico que poseen historias disciplinarias y metodologías propias, pero que convergen en la práctica cotidiana de las escuelas de aviación militar. Las ciencias aeronáuticas aportan el cuerpo de conocimiento técnico sobre aerodinámica, propulsión, navegación, meteorología aplicada y procedimientos operacionales de cada tipo de aeronave; son el sustrato disciplinar de todo proceso formativo aeronáutico. La pedagogía ofrece los marcos teóricos y metodológicos para convertir ese conocimiento en experiencias de aprendizaje secuenciadas y evaluables, y permite al instructor organizar la progresión del piloto desde los niveles iniciales de competencia hasta la proficiencia operacional que exige su especialidad. La neurociencia cognitiva, por último, explica con creciente precisión los procesos mentales que intervienen en la adquisición de destrezas psicomotoras complejas, en la decisión bajo presión temporal y en la gestión de la carga cognitiva. Esta dimensión pesa especialmente porque el desempeño aeronáutico militar transcurre en los límites de la capacidad humana de procesamiento de información.

Esta convergencia no es una yuxtaposición de saberes independientes, sino una integración en la que cada tradición informa a las demás dentro de un mismo proceso formativo. Un instructor de vuelo naval formado en esta perspectiva no se limita a transmitir contenido técnico con metodologías genéricas. Sabe cómo los principios de la carga cognitiva (v. sección 1.2.2) condicionan la secuenciación de la instrucción técnica, y cómo los hallazgos sobre la consolidación de la memoria procedimental orientan la frecuencia y la distribución de las sesiones de práctica en simulador y en vuelo real.

Esta integración es el fundamento epistemológico del diseño instruccional adaptativo que propone la obra.

1.1.2. La especificidad epistemológica del saber aeronáutico-militar frente al civil

La aviación militar comparte con la civil un sustrato técnico considerable: principios aerodinámicos comunes, sistemas de navegación equivalentes y, con frecuencia, plataformas de diseño similar o idéntico. Aun así, el saber aeronáutico-militar posee una especificidad epistemológica irreductible, que separa sus procesos formativos de los de la aviación comercial o general. Se manifiesta, en primer lugar, en la naturaleza de las misiones: el piloto militar debe prepararse para operar bajo amenaza activa, en ambientes degradados u hostiles, en coordinación táctica con otras unidades y con la necesidad de decidir, en plazos muy comprimidos, con consecuencias potencialmente letales. La operación aérea civil convencional rara vez presenta circunstancias equivalentes.

En segundo lugar, la especificidad reside en la integración indisoluble de la competencia técnica con la doctrina militar institucional (v. Capítulo IV). El piloto naval no solo domina los procedimientos de su aeronave: internaliza un cuerpo doctrinario que orienta su actuación dentro de las operaciones navales y de la estrategia de su fuerza. Esa integración obliga al diseño instruccional a articular con cuidado los contenidos técnicos y los doctrinarios, algo que la formación civil no plantea en los mismos términos. La tabla 1 sintetiza las dimensiones en que se manifiesta esta diferencia y ofrece a los diseñadores curriculares un marco comparativo que justifica los enfoques instruccionales adaptados al contexto militar naval.

Tabla 1. *Comparación entre el conocimiento aeronáutico militar y civil*

Dimensión de comparación	Aviación civil	Aviación militar naval
Naturaleza de la misión	Transporte seguro y eficiente de personas o carga	Operaciones tácticas, vigilancia y proyección de poder naval
Condiciones operativas	Ambientes generalmente controlados y predecibles	Ambientes degradados, hostiles o de alta incertidumbre
Integración doctrinaria	Cumplimiento de regulaciones de aviación civil	Internalización de doctrina militar y naval institucional
Tolerancia al riesgo aceptado	Minimización absoluta del riesgo operacional	Gestión calculada del riesgo en función de la misión
Coordinación operativa	Coordinación con control de tráfico aéreo civil	Coordinación táctica con unidades navales y de combate
Evaluación del desempeño	Estándares de aerolínea u operador comercial	Estándares de proficiencia operacional institucional

Nota: Elaboración propia con base en International Civil Aviation Organization (2020).

1.1.3. Fundamentos filosóficos de la formación del piloto naval

La formación del piloto naval se apoya en una tensión productiva entre dos concepciones aparentemente opuestas que, en la práctica formativa, resultan complementarias. Una es disciplinaria y jerárquica: hereda tradiciones pedagógicas centradas en la transmisión rigurosa de procedimientos estandarizados y en la obediencia a protocolos establecidos con precisión. La otra, cada vez más influyente, reconoce la necesidad de formar aviadores capaces de ejercer juicio profesional autónomo, de adaptarse con creatividad a situaciones que los procedimientos no anticiparon y de decidir con

información incompleta en escenarios de ambigüedad que ningún manual puede prever de forma exhaustiva.

Prayitno et al. (2025), a partir de su investigación empírica sobre la formación de oficiales alumnos de aviación mediante entrenamiento en simuladores, describen la resolución práctica de esta tensión como una progresión deliberada: de la adquisición inicial de procedimientos estandarizados al desarrollo posterior de juicio situacional autónomo. Esa progresión exige una arquitectura curricular que acompañe la transición gradual sin comprometer en ningún momento la seguridad operacional, prioridad ineludible de todo programa de formación aeronáutica militar. La síntesis entre disciplina procedimental y autonomía de juicio es uno de los principios rectores del modelo de aprendizaje adaptativo (v. Capítulo III), donde se analiza cómo la personalización instruccional puede acompañar esa progresión sin rebajar los estándares de proficiencia exigidos.

1.1.4. La construcción histórica del pensamiento pedagógico en la aviación militar

El pensamiento pedagógico aplicado a la formación de pilotos militares ha evolucionado de manera considerable desde los primeros programas de las décadas iniciales del siglo XX. Aquellos se basaban en metodologías conductuales centradas en la repetición sistemática de procedimientos estandarizados y en la evaluación mediante criterios estrictamente observables de ejecución técnica. Los enfoques actuales incorporan, cada vez más, principios constructivistas, cognitivistas y de aprendizaje situado (v. sección 1.2). El proceso no fue lineal ni uniforme entre las distintas fuerzas armadas y tradiciones nacionales. Respondió a una combinación de avances en las ciencias del aprendizaje, cambios tecnológicos en los medios de instrucción, en particular la introducción de simuladores de vuelo cada vez más sofisticados, y lecciones extraídas del análisis sistemático de

accidentes e incidentes que revelaron las limitaciones de los modelos formativos vigentes.

La figura 1 ilustra esta evolución y permite visualizar los principales hitos conceptuales que han transformado los modelos formativos institucionales en las últimas décadas. La perspectiva histórica muestra que los enfoques adaptativos y personalizados de esta obra no rompen con la tradición formativa militar aeronáutica: son la continuación lógica de una trayectoria sostenida de mejora orientada a optimizar el desempeño operacional y preservar la seguridad de vuelo.

Figura 1. *Evolución histórica del pensamiento pedagógico en la aviación militar*



Nota: Elaboración propia con base en la revisión histórica desarrollada en este capítulo (2026).

1.1.5. Paradigmas contemporáneos de la educación militar aeronáutica

Los paradigmas contemporáneos de la educación militar aeronáutica convergen, con matices según la tradición institucional de cada fuerza armada, hacia una formación basada en competencias observables y evaluables. Este enfoque se formalizó en marcos normativos como el que la Organización de Aviación Civil Internacional desarrolla en su documento sobre procedimientos para los servicios de navegación aérea relativos a la formación. Aunque concebido para la

aviación civil, ese documento ha influido en la elaboración de marcos de competencias equivalentes en numerosas fuerzas aeronavales, incluidas las que operan bajo estándares de interoperabilidad de la Organización del Tratado del Atlántico Norte y de otras alianzas militares.

El paradigma basado en competencias se aparta de los modelos centrados en cumplir horas mínimas de vuelo o en completar un currículo de duración fija. Orienta la certificación hacia la demostración de un conjunto de competencias observables: aplicación de procedimientos, comunicación, gestión de la trayectoria de vuelo en modo automatizado y en control manual, liderazgo y trabajo en equipo, resolución de problemas y toma de decisiones, conciencia situacional y gestión de la carga de trabajo. Es el fundamento conceptual del modelo de diseño instruccional adaptativo que se construye en los capítulos siguientes y que se profundiza en el Capítulo III, donde se examina cómo la personalización tecnológica puede potenciar este enfoque en la aviación naval.

1.2. Teorías del aprendizaje aplicadas a entornos de alta exigencia operativa

Las teorías del aprendizaje elaboradas en el campo general de las ciencias de la educación requieren cautela al aplicarse a la formación aeronáutica militar. Este contexto impone exigencias de precisión técnica, presión temporal y consecuencias operacionales que exceden las condiciones en que esas teorías se formularon y validaron. Cinco marcos resultan especialmente útiles para comprender el aprendizaje en entornos de alta exigencia operativa: el constructivismo, la teoría de la carga cognitiva, el aprendizaje situado, los modelos conductuales y los enfoques integradores que articulan las perspectivas anteriores.

1.2.1. El constructivismo y su pertinencia en la instrucción de vuelo

El constructivismo concibe el aprendizaje como un proceso activo de construcción de significado por parte del estudiante, y no como una transmisión pasiva de información desde el instructor. La instrucción de vuelo es un terreno fértil para este marco, aunque no exento de tensiones. La formación de vuelo es experiencial por naturaleza: el piloto alumno debe desarrollar de forma progresiva una comprensión encarnada, y no solo teórica, de nociones como el equilibrio aerodinámico, la percepción de la actitud de la aeronave o la coordinación psicomotora entre los controles. Ello es compatible con los principios constructivistas que subrayan el aprendizaje activo, la experimentación guiada y la construcción gradual de esquemas mentales cada vez más complejos a partir de la experiencia directa.

La formación aeronáutica militar, sin embargo, limita la aplicación irrestricta del constructivismo puro. Ciertos procedimientos, sobre todo los de emergencia en vuelo o de seguridad crítica, no admiten el margen de exploración autónoma y descubrimiento personal que sugeriría el constructivismo radical. Requieren instrucción directa, estructurada y rigurosamente estandarizada que garantice su ejecución correcta y consistente en cualquier circunstancia. La práctica formativa más eficaz resuelve la tensión con un constructivismo moderado o guiado: el instructor estructura las experiencias de aprendizaje y ofrece andamiaje pedagógico, y el piloto alumno construye su propia comprensión de los principios aeronáuticos subyacentes en lugar de memorizar procedimientos de manera mecánica. Solo esa comprensión conceptual le permite adaptar su desempeño ante situaciones nuevas que su formación inicial no anticipó.

1.2.2. La teoría de la carga cognitiva en ambientes de estrés operacional

La teoría de la carga cognitiva surgió en la psicología educativa para explicar los límites de la memoria de trabajo durante el procesamiento de información compleja. En la formación aeronáutica militar su relevancia es máxima: el oficial alumno procesa a la vez múltiples fuentes de información sensorial, ejecuta acciones psicomotoras coordinadas y toma decisiones operacionales, a menudo bajo estrés fisiológico y presión temporal que agravan las demandas sobre su capacidad limitada de procesamiento consciente. Lämsä et al. (2023), en su investigación sobre la gestión de la carga cognitiva durante el entrenamiento de vuelo con realidad virtual, documentan que los indicadores fisiológicos y conductuales del manejo eficaz de esa carga integran las competencias centrales que los marcos contemporáneos de formación de pilotos buscan desarrollar y evaluar a lo largo de todo el proceso.

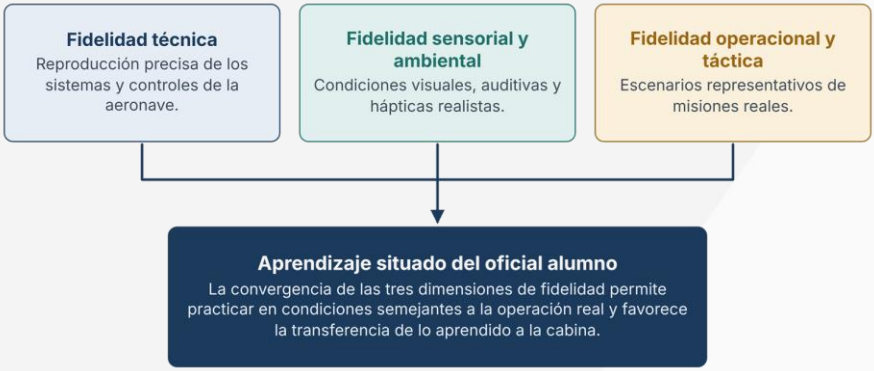
De esta investigación se desprende que la instrucción aeronáutica militar debe tratar la gestión de la carga cognitiva como un objetivo formativo explícito y no como una condición ambiental que el piloto alumno simplemente debe soportar. Los hallazgos de Lämsä et al. (2023) sobre el uso de indicadores fisiológicos, como la variabilidad de la frecuencia cardíaca, para monitorear en tiempo real la carga cognitiva del estudiante durante sesiones en simulador anticipan además una de las líneas tecnológicas más prometedoras del Capítulo III. Allí se examina cómo esos indicadores pueden integrarse en sistemas de instrucción capaces de ajustar en forma dinámica la dificultad y el ritmo de la práctica según el estado cognitivo del oficial alumno en cada momento.

1.2.3. El aprendizaje situado y la práctica auténtica en simuladores

El aprendizaje situado sostiene que el conocimiento y las competencias profesionales se desarrollan mejor cuando se adquieren en contextos que reproducen con fidelidad las condiciones de su aplicación futura. Los simuladores de vuelo militares actuales ofrecen una plataforma tecnológica idónea para implementarlo de forma sistemática. Larrea et al. (2022), en su investigación etnográfica sobre la formación de tripulaciones de cabina, documentan que el aprendizaje situado en un contexto de trabajo genuino produce competencias cualitativamente distintas y más robustas que las obtenidas solo mediante instrucción descontextualizada en aula. El hallazgo es directamente aplicable a la formación de pilotos navales, donde la fidelidad del entorno de práctica respecto de las condiciones operacionales reales determina en gran medida la eficacia del programa.

La figura 2 ilustra el modelo conceptual del aprendizaje situado aplicado a los simuladores de vuelo militares. Muestra cómo los componentes del entorno simulado (fidelidad visual, retroalimentación háptica de los controles, simulación de condiciones ambientales adversas y escenarios tácticos representativos de las misiones reales) contribuyen en conjunto a una experiencia de práctica que los pilotos alumnos perciben como auténtica y transferible a su desempeño futuro. Este modelo sustenta las recomendaciones de diseño de recursos didácticos (v. sección 2.4).

Figura 2. *Modelo del aprendizaje situado en simuladores de vuelo*



Nota: Elaboración propia con base en Larrea et al. (2022).

1.2.4. Modelos conductuales y su vigencia en la evaluación de destrezas técnicas

Pese al predominio creciente de los enfoques constructivistas, cognitivistas y situados en la literatura reciente, los modelos conductuales, que toman la observación de conductas explícitas y medibles como criterio central de evaluación, conservan una vigencia considerable y en muchos aspectos insustituible en la evaluación de destrezas técnicas psicomotoras en la aviación naval. Esa vigencia se explica por el carácter observable y verificable de muchas competencias técnicas centrales de la aviación: ejecutar con precisión un aterrizaje, aplicar correctamente una lista de verificación de emergencia o coordinar los controles de vuelo durante una maniobra táctica. Estas dimensiones del desempeño se prestan a criterios de evaluación conductual claramente especificados y aplicables de manera consistente entre evaluadores e instituciones.

Esta persistencia no contradice a los enfoques más recientes: los complementa dentro de un modelo integrador de evaluación del desempeño aeronáutico militar. Los enfoques constructivistas y

situados orientan el diseño de las experiencias formativas y ayudan a comprender cómo el piloto alumno construye su comprensión conceptual. Los modelos conductuales aportan el rigor metodológico que exige la certificación objetiva y estandarizada de las competencias técnicas observables, criterio último de idoneidad operacional que toda institución de formación aeronáutica militar debe garantizar de forma consistente y verificable ante las autoridades institucionales.

1.2.5. Enfoques integradores para el desarrollo del desempeño profesional multidimensional

Ninguna teoría del aprendizaje, considerada por separado, basta para explicar y orientar el desarrollo profesional del piloto naval, que es multidimensional. Por eso la literatura reciente sobre formación aeronáutica militar ha dado lugar a enfoques deliberadamente integradores, que articulan los aportes del constructivismo, la teoría de la carga cognitiva, el aprendizaje situado y los modelos conductuales. Cada marco ilumina dimensiones distintas y complementarias del proceso.

Estos enfoques integradores, que sustentan teóricamente el modelo de diseño instruccional adaptativo de la obra, parten de que el desempeño profesional del piloto naval se desarrolla en varias dimensiones a la vez: la construcción de comprensión conceptual profunda, la gestión eficiente de la carga cognitiva en condiciones operacionales exigentes, la consolidación de competencias mediante práctica situada en contextos cada vez más auténticos y la certificación objetiva de destrezas observables con criterios conductuales rigurosos. Lejos de ser un eclecticismo débil, esta perspectiva plantea una síntesis pedagógica sofisticada, a la altura de la complejidad real del fenómeno formativo que la aviación naval exige comprender y optimizar.

1.3. Desarrollo profesional del piloto aviador naval

El desarrollo profesional del piloto aviador naval es un proceso de construcción progresiva de competencias que va mucho más allá de la formación inicial certificada: abarca toda la trayectoria de carrera, desde el ingreso a la institución formativa hasta el retiro del servicio activo. Su análisis exige delimitar con precisión los conceptos de habilidad, destreza, aptitud y competencia, que la literatura profesional emplea con frecuencia de manera imprecisa o intercambiable.

1.3.1. Distinción entre habilidad, destreza, aptitud y competencia

La literatura especializada en formación profesional aeronáutica militar emplea cuatro términos que no siempre se usan con la precisión deseable: aptitud, habilidad, destreza y competencia. Distinguirlos orienta decisiones curriculares y evaluativas de importancia práctica. La aptitud es la disposición natural o el potencial innato de una persona para desarrollar ciertas capacidades; constituye un sustrato relativamente estable sobre el que se edifica la formación posterior. Explica en parte por qué la selección de candidatos a piloto naval incluye evaluaciones psicométricas dirigidas a identificar aptitudes como la coordinación psicomotora, la capacidad espacial o la resistencia al estrés fisiológico.

La habilidad es la capacidad general y relativamente estable de ejecutar una categoría amplia de tareas afines. La destreza designa un nivel más específico y refinado de esa habilidad, asociado a un dominio técnico concreto que se alcanza con práctica sostenida y deliberada, como la que requiere una aproximación instrumental precisa en condiciones meteorológicas adversas. La competencia es el constructo más integrador de los cuatro: articula conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes en un desempeño profesional eficaz

y contextualizado. Esta definición coincide con la del documento de la Organización de Aviación Civil Internacional sobre procedimientos de formación, que entiende las competencias como dimensiones observables del desempeño humano, útiles para predecir con fiabilidad el éxito en una tarea profesional. Es la definición que se emplea en toda la obra.

1.3.2. Clasificación de capacidades técnicas, tácticas y actitudinales

El perfil profesional integral del aviador naval puede describirse mediante una clasificación tripartita de capacidades que, en conjunto, componen la competencia profesional completa. Las capacidades técnicas comprenden el dominio de los sistemas de la aeronave, los procedimientos operacionales estandarizados y las destrezas psicomotoras necesarias para ejecutarlos con precisión. Las capacidades tácticas se refieren a la aplicación de ese dominio en escenarios operacionales complejos que exigen coordinación con otras unidades, evaluación de amenazas y ejecución de maniobras en una misión militar concreta. Las capacidades actitudinales abarcan las disposiciones y los valores que orientan el desempeño: la disciplina, la responsabilidad ética, el compromiso institucional y la capacidad de mantener un juicio sereno bajo presión extrema.

La tabla 2 desglosa esta clasificación. Su utilidad para el diseño curricular (v. Capítulo II) radica en que permite comprobar que la arquitectura curricular atiende de forma equilibrada las tres dimensiones. Así se evita un riesgo documentado en programas menos rigurosos: sobreenfatizar las capacidades técnicas en detrimento de las tácticas y actitudinales, igualmente indispensables para formar al aviador naval integral que requieren las fuerzas armadas actuales.

Tabla 2. *Clasificación de capacidades técnicas, tácticas y actitudinales*

Categoría de capacidad	Componentes principales	Método de desarrollo predominante
Técnicas	Sistemas de aeronave, procedimientos, destrezas psicomotoras	Instrucción estructurada y práctica repetida en simulador
Tácticas	Coordinación operativa, evaluación de amenazas, maniobra	Escenarios simulados de complejidad progresiva
Actitudinales	Disciplina, ética profesional, compromiso institucional	Modelado, mentoría y cultura organizacional
Cognitivas transversales	Toma de decisiones, conciencia situacional	Práctica deliberada con retroalimentación experta
Interpersonales	Comunicación, liderazgo, trabajo en equipo	Entrenamiento de tripulación y simulación colaborativa

Nota: Elaboración propia con base en International Civil Aviation Organization (2020).

1.3.3. La proficiencia operacional como estándar de desempeño

La proficiencia operacional es el estándar central con el que las instituciones de formación aeronáutica militar certifican que un aviador naval ha alcanzado el nivel de competencia integral necesario para desempeñar con seguridad y eficacia las funciones de su especialidad y grado. La noción va más allá de acumular horas de vuelo o aprobar evaluaciones puntuales: reúne estándares de desempeño observable que deben demostrarse de forma consistente en condiciones operacionales representativas de la complejidad real que el aviador enfrentará en su fuerza aeronaval.

Definir y evaluar con rigor la proficiencia operacional exige, en la práctica institucional actual, sistemas de certificación periódica. Estos verifican no solo la competencia demostrada al concluir la formación básica, sino también su mantenimiento a lo largo de toda la

carrera, con atención al deterioro de capacidades por desuso operacional (v. sección 4.5.2) y a la actualización continua que imponen la evolución tecnológica de las plataformas y los cambios en los procedimientos institucionales. Esta concepción dinámica y longitudinal, según la cual la proficiencia no es un estado alcanzado de una vez al terminar la formación inicial, orienta el diseño del modelo adaptativo (v. Capítulo III) y las consideraciones sobre desarrollo profesional continuo (v. Capítulo IV).

1.3.4. Liderazgo, toma de decisiones y trabajo colaborativo

El liderazgo, la toma de decisiones y el trabajo colaborativo pueden analizarse por separado, pero en la práctica operacional se manifiestan de modo interrelacionado e indisociable. Así ocurre en las operaciones aéreas navales, que suelen involucrar tripulaciones múltiples, coordinación con otras aeronaves o unidades navales y decisiones colectivas bajo incertidumbre y presión temporal. O'Connor et al. (2012), en su evaluación de la eficacia de los programas de gestión de recursos de tripulación en la aviación naval, documentan que la calidad de la coordinación y de la comunicación entre los miembros de la tripulación es uno de los factores más consistentemente asociados con la prevención de accidentes. La evidencia confirma el peso de estas competencias interpersonales en el perfil profesional del aviador naval.

La figura 3 muestra cómo estas tres dimensiones (liderazgo, toma de decisiones y trabajo colaborativo) se integran de manera dinámica en las operaciones aéreas navales, y evidencia que ninguna puede desarrollarse adecuadamente al margen del contexto operacional en que se ejerce y se pone a prueba. Esta integración sustenta las recomendaciones sobre entrenamiento distribuido y práctica colaborativa del Capítulo IV, donde se sostiene que la

formación de tripulaciones completas, y no solo de pilotos individuales, es una condición del diseño instruccional para desarrollar estas competencias, decisivas para la seguridad y la eficacia operacional naval.

Figura 3. *Integración del liderazgo y la toma de decisiones en operaciones aéreas*



Nota: Elaboración propia con base en O'Connor et al. (2012).

1.3.5. Modelos internacionales para el desarrollo profesional aeronáutico

Los modelos internacionales de desarrollo profesional aeronáutico militar muestran una convergencia creciente, aunque incompleta, hacia marcos de competencias estandarizados que facilitan la interoperabilidad entre fuerzas aeronavales de distintas naciones. Esto pesa en contextos de cooperación militar internacional como las alianzas de la Organización del Tratado del Atlántico Norte y los acuerdos bilaterales y multilaterales de formación aeronáutica que suscriben países latinoamericanos con contrapartes extranjeras. Cada modelo conserva rasgos propios según la tradición y los requerimientos operacionales de su fuerza, pero todos tienden a

compartir una arquitectura común: certificación de competencias observables, entrenamiento basado en evidencia empírica de desempeño y consideración explícita de los factores humanos como determinantes centrales de la eficacia y la seguridad operacional.

Las fuerzas aeronavales latinoamericanas, entre ellas la Aviación Naval, cuya optimización de competencias técnicas y militares es el objeto de esta obra, no deben adoptar estos marcos mediante una transferencia acrítica de modelos nacidos en otros contextos institucionales. Deben adaptarlos con cuidado a sus particularidades operacionales, presupuestarias y culturales, en este caso las del contexto institucional ecuatoriano. Este principio de contextualización guía las recomendaciones de diseño instruccional de los capítulos siguientes, en especial las de la sección 5.5 sobre prospectiva institucional.

En la Aviación Naval del Ecuador, esa adaptación tiene dos ámbitos de aplicación concretos. El primero es la Escuela de Aviación Naval, donde se forman y especializan los pilotos y donde los marcos de competencias se convierten en resultados de aprendizaje, syllabus y criterios de evaluación. El segundo son las unidades operacionales del Comando de la Aviación Naval, donde las tripulaciones de ala fija, ala rotatoria y sistemas aéreos no tripulados mantienen y renuevan su proficiencia. En ambos casos, los modelos internacionales son referencias técnicas comparadas: su incorporación pasa por el Reglamento de Educación Militar 2025, el Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025 y el Manual de Educación de la Armada 2026, según la ruta de transposición que desarrollan los Anexos A y C.

1.4. Factores humanos en la aviación naval

Según coincide casi unánimemente la literatura especializada en seguridad aeronáutica, los factores humanos son la dimensión más determinante, y a la vez la más compleja de comprender y optimizar, entre las variables que condicionan el desempeño operacional en la aviación naval. A pesar de los avances tecnológicos de las últimas décadas, el error humano sigue siendo, como muestra la literatura revisada en esta sección, la causa predominante de los incidentes y accidentes registrados en la aviación naval militar a nivel internacional.

1.4.1. Principios de la psicología aeronáutica aplicada al desempeño

La psicología aeronáutica, subdisciplina de la psicología aplicada que estudia los procesos cognitivos, emocionales y comportamentales implicados en las tareas de vuelo, aporta un cuerpo de conocimiento científico indispensable para fundamentar el diseño instruccional de los programas de formación aeronáutica militar. Examina, entre otros fenómenos, cómo procesan los pilotos la información sensorial del entorno de vuelo, a menudo contradictoria o ambigua, sobre todo con visibilidad reducida o desorientación espacial; cómo se desarrollan y consolidan las representaciones mentales que permiten anticipar la evolución de la situación operacional, constructo conocido técnicamente como conciencia situacional; y cómo influyen los factores emocionales y motivacionales sobre la capacidad de sostener el desempeño técnico en condiciones exigentes o inesperadas.

Aplicar estos principios al diseño de programas formativos exige que instructores y diseñadores curriculares militares posean una comprensión de la psicología aeronáutica que vaya más allá del sentido común, con frecuencia insuficiente y hasta engañoso ante

fenómenos contraintuitivos. Uno es la ilusión somatogravitacional, que puede inducir a un piloto experimentado a percibir erróneamente la actitud de su aeronave bajo determinadas aceleraciones. Otro es el estrechamiento del campo atencional provocado por el estrés agudo, que puede comprometer la conciencia situacional del aviador naval durante emergencias de alta exigencia.

1.4.2. Carga mental, fatiga operacional y rendimiento en vuelo

La carga mental y la fatiga operacional son dos fenómenos íntimamente relacionados, aunque distinguibles, que influyen de modo considerable en el rendimiento en vuelo. Deben considerarse tanto en el diseño de los programas de instrucción como en la planificación operacional que regula los períodos de descanso y las cargas de trabajo aceptables del personal de vuelo. La carga mental es la demanda cognitiva instantánea que una tarea, o un conjunto de tareas simultáneas, impone sobre la capacidad de procesamiento del piloto en un momento operacional dado. La fatiga operacional es la degradación acumulativa del rendimiento cognitivo y psicomotor causada por una exposición prolongada a demandas operacionales, la privación de sueño o la desincronización de los ritmos circadianos, frecuente en operaciones aeronavales con horarios irregulares o despliegues extensos.

Gestionar estos fenómenos exige sistemas de monitoreo y regulación que atiendan factores individuales, como el descanso previo y la carga acumulada de horas de vuelo del piloto, y factores organizacionales más amplios, como la planificación de los ciclos operacionales y la disponibilidad de instalaciones de descanso durante despliegues prolongados. Todo ello pesa en el modelo de aprendizaje adaptativo (v. Capítulo III), donde los sistemas predictivos de alerta temprana (v. sección 3.4.4) contribuyen a identificar a tiempo los

estados de fatiga o sobrecarga cognitiva que comprometen la seguridad de la formación o de las operaciones aéreas posteriores.

1.4.3. Resiliencia psicológica y toma de decisiones bajo presión

La resiliencia psicológica es la capacidad de mantener un desempeño cognitivo y emocional funcional pese a la exposición a estrés agudo o crónico. Es una competencia central del aviador naval, porque las operaciones militares lo someten con frecuencia a presión temporal extrema, incertidumbre operacional y, en ciertos contextos, amenaza directa a su integridad. En esas circunstancias debe conservar un juicio sereno y decidir con eficacia justamente cuando la exigencia psicológica es mayor. Sekel et al. (2023), en su investigación experimental sobre la toma de decisiones tácticas adaptativas durante estrés operacional militar simulado y prolongado, documentan que la resiliencia individual, la condición física aeróbica y la función neurocognitiva de base predicen de forma significativa la capacidad del personal militar para sostener un desempeño decisional eficaz con privación de sueño y ingesta calórica reducida, condiciones propias de las operaciones militares sostenidas de alta intensidad.

Estos hallazgos tienen implicaciones directas para los programas de formación aeronáutica militar. Indican que la resiliencia psicológica no es un rasgo exclusivamente innato del aviador naval, ajeno a la intervención formativa, sino una competencia que puede desarrollarse de forma sistemática. Las estrategias de entrenamiento adecuadas incorporan condiciones de estrés operacional simulado de exigencia progresiva, acondicionamiento físico y estrategias cognitivas y emocionales de afrontamiento cuya eficacia para fortalecer esta dimensión del perfil profesional ha documentado la investigación en psicología del desempeño militar.

1.4.4. Crew Resource Management (CRM) y coordinación de tripulación

La gestión de recursos de tripulación, conocida internacionalmente como Crew Resource Management (CRM), es un marco integrador de entrenamiento orientado a optimizar la coordinación, la comunicación y el aprovechamiento de todos los recursos humanos y técnicos disponibles durante las operaciones de vuelo, sobre todo las que involucran tripulaciones múltiples o coordinación con otras unidades. Surgió en la aviación comercial civil durante las últimas décadas del siglo veinte, tras identificarse de forma sistemática las fallas de comunicación y coordinación como causas recurrentes de accidentes. Luego se adaptó ampliamente a la aviación militar naval, donde adquiere rasgos propios derivados de la naturaleza de las operaciones militares y de la estructura jerárquica de las organizaciones castrenses.

O'Connor et al. (2012), en su evaluación longitudinal del programa de gestión de recursos de tripulación de la aviación naval, obtienen hallazgos instructivos para el diseño instruccional actual. Los aviadores navales evaluados percibieron de forma consistente la utilidad del entrenamiento, mostraron actitudes positivas y conocían adecuadamente sus conceptos; sin embargo, la evidencia sobre su impacto en la tasa de incidentes operacionales resultó menos concluyente de lo esperado. Los investigadores lo atribuyen a la necesidad de que el contenido y la metodología de este entrenamiento evolucionen de manera continua para conservar su pertinencia ante la creciente automatización y complejidad tecnológica de las aeronaves navales. La consideración respalda el modelo de actualización permanente (v. sección 4.5.3).

1.4.5. Cultura de seguridad operacional y prevención del error humano

La cultura de seguridad operacional es una dimensión organizacional que trasciende el desempeño individual de cada aviador naval. Se compone de valores, prácticas institucionales y patrones de comunicación compartidos que determinan cómo una organización aeronáutica militar gestiona el riesgo inherente a su actividad. Miranda (2018), en su análisis de los factores que contribuyen a los accidentes graves de la aviación naval mediante métodos estadísticos avanzados de análisis probabilístico, documenta que las causas profundas del llamado error humano suelen rebasar al individuo directamente involucrado. Remiten a factores organizacionales más amplios, relacionados con la percepción sensorial, la conciencia situacional y las condiciones tecnológicas y ambientales que configuran el contexto en que el error se manifiesta.

El hallazgo concuerda con el marco de las organizaciones de alta confiabilidad, según el cual la seguridad sostenida en entornos de alto riesgo, como la aviación naval militar, depende de una cultura organizacional que favorezca el reporte transparente de errores e incidentes menores sin represalias punitivas desproporcionadas, el aprendizaje sistemático a partir de esos reportes y la vigilancia constante ante señales tempranas de deterioro de los márgenes de seguridad. La tabla 3 sintetiza los componentes que la literatura identifica como constitutivos de una cultura de seguridad operacional sólida y ofrece a las instituciones de formación aeronáutica naval un marco para evaluar y fortalecer esta dimensión, presente en la obra.

Tabla 3. *Componentes de la cultura de seguridad operacional*

Componente	Descripción	Indicador institucional relevante
Cultura de reporte	Disposición a informar errores e incidentes sin temor a sanción desproporcionada	Volumen y calidad de reportes voluntarios de seguridad
Cultura justa	Distinción entre errores honestos y conductas negligentes o temerarias	Consistencia y transparencia de procesos disciplinarios
Cultura de aprendizaje	Capacidad institucional de traducir reportes en mejoras concretas	Cambios documentados en procedimientos tras incidentes
Cultura informada	Comprensión compartida de los riesgos operacionales vigentes	Difusión sistemática de lecciones aprendidas
Cultura flexible	Capacidad de adaptar la estructura de mando ante emergencias	Protocolos claros de transferencia de autoridad operacional

Nota: Elaboración propia con base en Miranda (2018).

1.5. Marco institucional y normativo de la educación naval aeronáutica

El marco institucional y normativo es el contexto organizacional que, más allá de las consideraciones teóricas de las secciones anteriores, fija en la práctica las condiciones en que debe implementarse cualquier propuesta de innovación instruccional dentro de una institución militar. Tenerlo presente evita un riesgo frecuente en la literatura sobre innovación educativa militar: proponer modelos pedagógicamente sofisticados que resultan institucionalmente inviables por desconocer las restricciones normativas, presupuestarias y organizacionales del entorno en que deberían aplicarse.

1.5.1. La Escuela de Aviación Naval en el subsistema educativo de la Armada

La Escuela de Aviación Naval ocupa dentro del subsistema educativo de la Armada una posición singular. Combina las exigencias de una institución de educación superior especializada, responsable de garantizar estándares académicos rigurosos y verificables, con las de una institución de formación militar operacional, responsable de certificar la proficiencia técnica y actitudinal que requiere el desempeño seguro de funciones aeronáuticas en las operaciones navales. Esta doble naturaleza demanda una arquitectura organizacional que articule los requisitos curriculares académicos, vinculados con frecuencia a la acreditación educativa formal, con los requisitos operacionales de la especialidad, que responden a estándares técnicos y de seguridad fijados por la normativa propia de la Armada y, en muchos casos, por acuerdos de interoperabilidad suscritos con fuerzas aeronavales aliadas. Su marco normativo de referencia está integrado por el Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas 2025 (Acuerdo Ministerial 098), el Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025 y el Manual de Educación de la Armada 2026. Los cursos de la Escuela se inscriben principalmente en los procesos de Especialización Militar y Capacitación que regula ese reglamento.

La posición de la Escuela exige, además, coordinación con otras instancias: la Dirección General de Educación y Doctrina (DIGEDO), encargada de actualizar periódicamente los contenidos formativos conforme evoluciona la normativa operacional; la Dirección General de Talento Humano (DIGTAH), que gestiona la trayectoria de carrera de los oficiales aviadores navales; y las instancias de mando operacional, que definen los requerimientos de capacidades futuras

que la formación debe anticipar. Esta articulación compleja es el contexto real en el que las propuestas de diseño instruccional adaptativo deberán demostrar su viabilidad práctica y su capacidad de generar valor institucional sostenido.

1.5.2. Vinculación con el Plan Estratégico de Fuerzas Armadas

La formación aeronáutica naval no es un proceso educativo autónomo, desvinculado de las prioridades estratégicas de la institución. Debe articularse con el Plan Estratégico de Fuerzas Armadas, que fija las orientaciones de mediano y largo plazo sobre las capacidades operacionales que la institución considera prioritario desarrollar, a partir de su análisis prospectivo del contexto geoestratégico regional e internacional. Por eso los diseñadores curriculares deben mantener una comunicación fluida y sostenida con las instancias responsables de la planificación estratégica, de modo que el currículo anticipe las capacidades que la fuerza aeronaval necesitará en el horizonte de carrera de los aviadores que hoy inician su formación.

Esta articulación es determinante para las consideraciones prospectivas del Capítulo V, que proyecta la Aviación Naval hacia el año 2035. Ese ejercicio requiere comprender cómo las prioridades definidas en el planeamiento de más alto nivel de las Fuerzas Armadas ecuatorianas orientan las decisiones curriculares y de inversión tecnológica que la Escuela de Aviación Naval deberá adoptar para que sus egresados posean las competencias que exigirán los escenarios operacionales anticipados por la institución.

1.5.3. Normativa sobre proficiencia operacional y horas mínimas de vuelo

La normativa que regula la proficiencia operacional y los mínimos de horas de vuelo es un marco de considerable complejidad técnica, que debe equilibrar consideraciones a menudo en tensión. Por un lado, todo aviador naval certificado debe poseer la experiencia operacional mínima que garantice un desempeño con seguridad aceptable. Por otro, las restricciones presupuestarias limitan la disponibilidad de horas de vuelo real, mucho más costosas que las horas equivalentes en simulador. A ello se suma la evidencia científica creciente (v. Capítulo III) de que la calidad y la pertinencia pedagógica del entrenamiento, más que su duración absoluta, determinan en mayor medida su eficacia formativa.

La tabla 4 sintetiza los componentes normativos que suelen configurar este marco y ofrece un panorama comparativo de las dimensiones que toda normativa institucional sobre proficiencia operacional debe contemplar. Sus valores proceden de marcos internacionales y se presentan como referencia comparada. En el Ecuador, el Reglamento de Educación Militar 2025 remite la regulación de las fases de vuelo a la normativa de evaluación de cada Fuerza (art. 153), de modo que corresponde al Comando de la Aviación Naval fijar los requisitos propios por tipo de aeronave y función, conforme al principio de contextualización ya enunciado (v. Anexo C).

Tabla 4. *Normativa sobre proficiencia operacional y horas mínimas de vuelo*

Componente normativo	Propósito institucional	Consideración técnica asociada
Horas mínimas de formación inicial	Garantizar experiencia base suficiente antes de la certificación	Balance entre simulador y vuelo real según evidencia disponible
Horas de mantenimiento de proficiencia	Prevenir el deterioro de capacidades por desuso operacional	Frecuencia mínima de ejercicios recurrentes por especialidad
Requisitos de recertificación periódica	Verificar la vigencia de competencias a lo largo de la carrera	Evaluación basada en desempeño observable estandarizado
Límites de horas por período operacional	Prevenir la fatiga operacional acumulada	Articulación con la normativa de gestión del riesgo humano
Créditos por entrenamiento adaptativo	Reconocer formalmente el valor formativo de nuevas modalidades	Validación empírica de equivalencia con métodos tradicionales

Nota: Elaboración propia con base en UK Military Aviation Authority (2024).

1.5.4. Integridad académica y ética profesional en la formación militar

En la educación militar naval la integridad académica y la ética profesional tienen una relevancia acentuada. Una certificación indebida o una evaluación comprometida no acarrea solo consecuencias académicas: puede traducirse en riesgos operacionales graves para la seguridad de vuelo y, en última instancia, para la vida del propio aviador certificado y de terceros que participan en las operaciones aéreas. Por ello las instituciones de formación aeronáutica naval deben mantener estándares de integridad especialmente rigurosos, tanto en la evaluación de conocimientos

teóricos como, más aún, en la certificación de competencias técnicas observables, cuya validez debe garantizarse al máximo.

La formación ética profesional debe abordar, además, las particularidades del contexto militar naval: el uso proporcionado de la fuerza dentro del derecho internacional humanitario aplicable a las operaciones militares, la responsabilidad profesional que entraña decidir con implicaciones potencialmente letales y el compromiso institucional que antepone el cumplimiento de la misión, dentro de los límites éticos y legales de la profesión militar, al interés individual del aviador (v. sección 4.4.3).

1.5.5. Articulación entre la formación académica y la especialización operativa

La articulación entre la formación académica general, que suele desarrollarse en las fases iniciales de la trayectoria del oficial alumno, y la especialización operativa en una plataforma o modalidad de operación determinada (ala fija, ala rotatoria o sistemas aéreos no tripulados; v. sección 4.1.5) plantea un desafío de diseño curricular. Exige una arquitectura formativa secuenciada que garantice a la vez una base sólida de conocimientos y competencias generales y una especialización técnica cada vez más profunda a medida que avanza la trayectoria.

Esta articulación, que se desarrolla en el Capítulo II, debe considerar cómo los contenidos y competencias de la formación general proporcionan el fundamento conceptual y procedimental sobre el que se construye después la especialización operativa. Debe evitar dos extremos: la fragmentación curricular, que trata ambas fases como compartimentos independientes, y la premura, que sacrifica la solidez de la formación general en favor de una especialización prematura y termina por comprometer la calidad integral de la formación del aviador naval.

Reflexión de cierre

Este capítulo ha establecido los fundamentos epistemológicos sobre los que se sostiene la obra: la naturaleza interdisciplinaria del conocimiento aeronáutico-militar, las teorías del aprendizaje pertinentes para entornos de alta exigencia operativa, las dimensiones del desarrollo profesional del piloto naval, los factores humanos que condicionan el desempeño aeronáutico y el marco institucional y normativo de la educación naval aeronáutica.

El recorrido muestra que optimizar las competencias técnicas y militares en la aviación naval es un desafío formativo complejo. Exige a instructores y diseñadores curriculares una comprensión integrada de dimensiones técnicas, pedagógicas, psicológicas, institucionales y éticas que ningún enfoque disciplinar aislado puede abordar por sí solo. De ahí la perspectiva interdisciplinaria que la obra adopta desde sus primeras páginas.

Los capítulos siguientes construyen sobre estos fundamentos un modelo de diseño instruccional adaptativo concebido para optimizar la formación de pilotos navales en el contexto institucional de las fuerzas aeronavales actuales. El Capítulo II lo inicia con el análisis de los modelos de diseño instruccional y de su transferencia al ámbito militar de alta complejidad.

PÁGINAS BRILLANTES ECUADOR
Palabras Brillantes, Mentes Creativas



CAPÍTULO 2

Diseño instruccional en contextos militares de alta complejidad

CAPÍTULO II
Diseño Instruccional en Contextos Militares de Alta Complejidad

El capítulo anterior estableció los fundamentos epistemológicos de la formación aeronáutica militar. Este segundo capítulo examina cómo esos fundamentos se traducen en decisiones concretas de diseño instruccional en la aviación naval. El diseño instruccional, entendido como el proceso sistemático con el que se planifican, desarrollan, implementan y evalúan experiencias formativas orientadas a aprendizajes verificables, es la disciplina técnica sobre la que descansa cualquier programa eficaz de formación de pilotos. Su dominio por parte de instructores y diseñadores curriculares es la garantía de que la considerable inversión que supone formar a un aviador naval produzca los resultados que la institución espera.

El capítulo se organiza en cinco secciones. La primera revisa los modelos clásicos de diseño instruccional y las adaptaciones que exige su transferencia al ámbito militar aeronáutico. La segunda aborda el análisis de necesidades formativas de la especialidad, con el diagnóstico de brechas de desempeño y el análisis de tareas críticas de vuelo. La tercera propone una arquitectura curricular modular ajustada a la formación aeronaval. La cuarta describe los recursos didácticos convencionales, del simulador de vuelo a los manuales técnicos. La quinta trata los procesos de validación y aseguramiento de la calidad curricular, organizados según la estructura de Planificación Académica, Administración Académica y Evaluación Académica que establece el Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025.

La premisa que recorre el capítulo es que ningún modelo de diseño instruccional, por sólido que sea su respaldo académico, puede aplicarse sin adaptación a la Aviación Naval. Las particularidades operacionales, doctrinarias y organizacionales descritas en el Capítulo I obligan a ajustar cada modelo, y esos ajustes se deciden además dentro de un marco de política institucional, disponibilidad presupuestaria y prioridades estratégicas (v. sección 1.5) que condiciona la viabilidad de cualquier propuesta curricular.

2.1. Modelos clásicos de diseño instruccional y su transferencia al ámbito militar

Los modelos clásicos de diseño instruccional ofrecen marcos metodológicos sistemáticos que, debidamente adaptados, orientan el desarrollo de programas rigurosos de formación aeronáutica militar. Esta sección examina cinco de los más documentados: el modelo ADDIE, nacido en el contexto de la formación militar estadounidense; el diseño instruccional sistemático de Dick y Carey; la taxonomía de objetivos educativos revisada para el dominio psicomotor; el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb; y los nueve eventos instruccionales de Gagné.

No se trata de elegir uno de ellos en detrimento de los demás. Cada modelo hace aportes específicos y complementarios que, integrados en una arquitectura de diseño propia, fortalecen la calidad de los programas de la Escuela de Aviación Naval.

2.1.1. El modelo ADDIE aplicado a la formación de pilotos navales

El modelo ADDIE, acrónimo en inglés de sus cinco fases (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación), tiene una relevancia histórica directa para esta obra: se originó en el trabajo que la Universidad Estatal de Florida realizó en la década de 1970 por

encargo de las fuerzas armadas estadounidenses. Ese origen explica su presencia consolidada en la tradición de formación militar, y numerosas fuerzas aeronavales lo siguen empleando, con adaptaciones diversas, como marco organizador de su diseño curricular.

Prayitno et al. (2025) aplicaron el modelo al desarrollo de un programa de entrenamiento en simuladores para oficiales alumnos de aviación. Quienes siguieron el programa, diseñado según las cinco fases, mostraron mejoras estadísticamente significativas en las tres áreas evaluadas: conciencia de seguridad, toma de decisiones y desempeño técnico de vuelo. Las ganancias fueron mayores en esta última dimensión, lo que los autores atribuyen a la naturaleza procedimental y repetitiva de las destrezas psicomotoras de vuelo, muy sensibles a un proceso de diseño estructurado por fases secuenciales.

En la Escuela de Aviación Naval, cada fase requiere ajustes propios. El análisis debe incorporar el marco institucional y normativo naval, incluida la normativa de proficiencia operacional (v. sección 1.5.3). El diseño articula contenidos técnicos, tácticos y actitudinales según la clasificación tripartita de la sección 1.3.2. El desarrollo considera las restricciones presupuestarias y tecnológicas del contexto ecuatoriano. La implementación se coordina con la planificación operacional del Comando de la Aviación Naval, y la evaluación incorpora los indicadores de proficiencia que la institución considera determinantes. La figura 4 resume esta aplicación adaptada del modelo.

Figura 4. *Aplicación del modelo ADDIE en la formación de pilotos navales*



Nota: Elaboración propia con base en Prayitno et al. (2025).

2.1.2. El diseño instruccional de Dick y Carey en programas de especialización

El modelo de Walter Dick y Lou Carey ofrece una especificidad metodológica mayor que ADDIE. Articula el diseño en diez componentes interrelacionados, desde la identificación de los objetivos instruccionales hasta la evaluación sumativa del programa. Entre sus etapas intermedias destaca el análisis instruccional, que descompone cada objetivo en las subcompetencias y conocimientos previos que exige, una operación de gran valor en la formación aeronaval.

Jabaay et al. (2020) aplicaron el modelo al diseño de un taller clínico de evaluación primaria de pacientes politraumatizados, un contexto que comparte con la aviación naval la certificación de competencias técnicas de alto riesgo bajo presión temporal. Su experiencia muestra que la aplicación rigurosa del modelo permite verificar, en cada etapa, la coherencia entre objetivos, estrategias y criterios de evaluación. Para una institución militar que debe justificar sus decisiones curriculares ante instancias de supervisión, esa trazabilidad es una ventaja decisiva.

El modelo resulta especialmente apropiado para los programas de especialización, que el aviador naval cursa después de su formación básica para orientarse hacia una plataforma o modalidad operacional (v. sección 4.1.5). La etapa de análisis de audiencia y contexto permite reconocer las competencias que el oficial ya demostró en su formación básica, evitar redundancias y concentrar los recursos en las competencias diferenciales que exige cada especialización. Este enfoque coincide con el proceso de Especialización Militar que regulan el Reglamento de Educación Militar 2025 y el Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025.

Otro aporte del modelo es la construcción de instrumentos de evaluación criterial derivados directamente de los objetivos de desempeño. Esta secuencia invierte el orden habitual de muchos programas, en los que la evaluación se diseña después de los contenidos. Dick y Carey documentan que derivar primero la evaluación de los objetivos aumenta la validez y la coherencia interna del programa resultante.

2.1.3. La taxonomía de Bloom revisitada para el desarrollo psicomotor

La taxonomía de objetivos educativos de Benjamin Bloom y sus colaboradores, formulada en la década de 1950 y conocida por su clasificación jerárquica del dominio cognitivo, presenta una limitación para la formación aeronáutica: el equipo original no desarrolló una clasificación equivalente para el dominio psicomotor, que es justamente el más determinante para certificar la proficiencia del piloto en maniobras y procedimientos. Diversos autores cubrieron después ese vacío; entre ellos, la taxonomía de Elizabeth Simpson alcanzó amplio reconocimiento en la formación técnica y profesional.

Simpson (1972) describe siete niveles jerárquicos en el desarrollo de una destreza psicomotora compleja. La percepción es la capacidad de usar señales sensoriales para orientar una acción motora. La disposición corresponde a la preparación mental, física y emocional para ejecutar la tarea. La respuesta guiada reúne los primeros intentos bajo supervisión, refinados por ensayo y error. En el mecanismo, las respuestas comienzan a automatizarse con confianza y precisión razonables. La respuesta compleja manifiesta se caracteriza por movimientos fluidos con mínimo desperdicio de esfuerzo. La adaptación permite modificar lo aprendido ante situaciones no previstas en el entrenamiento, y la originación, el nivel superior, supone crear patrones motores propios para situaciones inéditas.

La taxonomía permite situar cada objetivo formativo en un nivel preciso de la progresión del piloto naval. Los primeros ejercicios de familiarización con los controles de la aeronave corresponden a la percepción y la disposición; la ejecución experta de maniobras tácticas en condiciones exigentes pertenece ya a la adaptación y la originación. Con esa referencia, instructores y diseñadores pueden graduar la exigencia del syllabus de la Escuela de Aviación Naval según la etapa formativa de cada oficial alumno.

2.1.4. El ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb en la instrucción de vuelo

El ciclo de aprendizaje experiencial de David Kolb concibe el aprendizaje como un proceso cíclico que recorre cuatro etapas: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. La instrucción de vuelo ofrece un terreno natural para este modelo, porque se organiza en ciclos de práctica de vuelo seguidos de un debriefing en el que instructor y

alumno analizan el desempeño y extraen principios que orientan el vuelo siguiente.

Kanske (2001) estudió los estilos de aprendizaje de pilotos calificados de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos con base en el modelo de Kolb y encontró una diversidad considerable de preferencias individuales. Aunque el ciclo completo resulta valioso para todos los pilotos alumnos, el hallazgo indica que el instructor debe ajustar el énfasis que concede a cada etapa según las características de cada alumno.

Esta atención a las diferencias individuales anticipa el tema central del Capítulo III: las tecnologías de aprendizaje adaptativo permiten atender esas diferencias de forma más sistemática y escalable de lo que permite la sola observación del instructor, por experimentado que sea.

2.1.5. Aportes de Gagné a la secuenciación de eventos instruccionales

Robert Gagné se interesó por la instrucción sistemática a partir de su trabajo en programas de formación de pilotos militares durante la Segunda Guerra Mundial. Más tarde propuso nueve eventos instruccionales que, ordenados en una sesión, aumentan la probabilidad de un aprendizaje duradero: captar la atención, comunicar los objetivos, estimular el recuerdo de aprendizajes previos, presentar el contenido, orientar su comprensión, provocar el desempeño mediante práctica dirigida, retroalimentar, evaluar y fortalecer la retención y la transferencia.

La revisión sistemática y metaanálisis de Li et al. (2025) sobre la aplicación de este marco a profesionales de campos de alto riesgo, que exigen dominio conceptual y destreza técnica, muestra mejoras

significativas tanto en las evaluaciones teóricas como en las prácticas cuando se aplica la secuencia completa, frente a enfoques que omiten alguno de los eventos. El hallazgo es transferible, por analogía metodológica, a la formación aeronaval.

Aplicados a la planificación de cada sesión, sea teórica, en simulador o en vuelo, los nueve eventos funcionan como una lista de verificación pedagógica para el instructor naval. Ayudan a no omitir componentes críticos, sobre todo la comunicación explícita de objetivos y la retroalimentación informativa, que la experiencia de diversas fuerzas aeronavales señala como débiles en las sesiones de instructores con gran pericia técnica pero sin formación pedagógica formal.

2.2. Análisis de necesidades formativas en la especialidad aeronáutica

El análisis de necesidades formativas es la etapa fundacional del diseño curricular: determina qué competencias debe desarrollar un programa antes de diseñarlo, desarrollarlo e implementarlo. Esta sección aborda el diagnóstico de brechas de desempeño, el análisis de tareas críticas de vuelo, la identificación de los perfiles de ingreso y su heterogeneidad cognitiva, la consulta a expertos operativos y la priorización curricular según el riesgo operacional.

En el contexto militar aeronáutico, un análisis deficiente no tiene consecuencias solo académicas: puede traducirse en brechas de competencia operacional con efectos graves sobre la seguridad de vuelo y el cumplimiento de la misión.

2.2.1. Diagnóstico de brechas de desempeño profesional

El diagnóstico de brechas de desempeño es el punto de partida más sólido del análisis de necesidades. Busca identificar la distancia entre el nivel de competencia que muestra una población de aviadores navales y el que la institución considera necesario según sus estándares de proficiencia (v. sección 1.3.3). Wang et al. (2020), en su propuesta para el análisis de necesidades en aeronaves militares, advierten que este diagnóstico difiere del que se practica en la aviación civil: el contexto militar no suele requerir un análisis organizacional exhaustivo, porque las tareas de entrenamiento provienen de las autoridades militares y de los requerimientos operacionales de nivel superior.

Esa particularidad no exime a la Escuela de Aviación Naval de diagnosticar con evidencia las brechas de su propia población de alumnos. Las fuentes son diversas y complementarias: el análisis estadístico de evaluaciones previas, el examen de reportes de incidentes y cuasiincidentes que revelen patrones recurrentes de competencia insuficiente, y la retroalimentación de instructores experimentados sobre las dificultades que observan con mayor frecuencia en sucesivas promociones. Las unidades operacionales que reciben a los egresados aportan una fuente adicional, porque detectan las brechas que solo emergen en el servicio.

2.2.2. Metodologías de análisis de tareas críticas de vuelo

El análisis de tareas críticas de vuelo descompone las operaciones aeronáuticas complejas en componentes observables y evaluables. Así, el diseñador identifica qué subcompetencias debe desarrollar el aviador antes de ejecutar de forma integrada una tarea compleja, como una aproximación instrumental en condiciones

meteorológicas adversas o una maniobra de coordinación con unidades de superficie durante una operación embarcada.

Draheim et al. (2025), en su estudio sobre la evaluación de habilidades psicomotoras de alto riesgo en la selección de aviadores navales estadounidenses, describen curvas de aprendizaje en tareas de seguimiento aeronáutico que muestran cómo mejora el desempeño con las repeticiones. Estos patrones informan la cantidad y la distribución de práctica necesarias para alcanzar la proficiencia en tareas críticas, aspecto que se desarrolla al tratar las curvas de aprendizaje psicomotor (v. sección 4.2.1).

La tabla 5 sintetiza las principales metodologías de análisis de tareas críticas de vuelo, con sus fortalezas y limitaciones, como guía para elegir la más adecuada según el tipo de tarea operacional.

Tabla 5. *Metodologías para el análisis de tareas críticas de vuelo*

Metodología	Enfoque principal	Aplicación más apropiada
Análisis jerárquico de tareas	Descomposición de la tarea en subtareas y pasos secuenciales	Procedimientos altamente estructurados y estandarizados
Análisis cognitivo de tareas	Identificación de procesos mentales y toma de decisiones subyacente	Tareas con alta demanda de juicio situacional
Análisis de incidentes críticos	Examen retrospectivo de casos de desempeño deficiente documentado	Identificación de puntos de falla recurrentes
Consulta estructurada a expertos	Recolección sistemática de juicio experto operativo	Validación de contenidos y prioridades curriculares
Análisis de curvas de aprendizaje	Medición cuantitativa de la progresión del desempeño	Calibración de la cantidad de práctica requerida

Nota: Elaboración propia (2026).

2.2.3. Identificación de perfiles de ingreso y su heterogeneidad cognitiva

La identificación de los perfiles de ingreso de los oficiales alumnos de la Escuela de Aviación Naval tiene un peso considerable en el diseño instruccional. La heterogeneidad cognitiva, actitudinal y de experiencia previa de cada promoción condiciona el ritmo, la profundidad y las estrategias pedagógicas adecuadas. Esa heterogeneidad se manifiesta en la familiaridad previa con conceptos aeronáuticos, en las aptitudes psicomotoras y espaciales medidas en los procesos de selección y en los estilos de aprendizaje individuales (v. sección 2.1.4).

Atender esa heterogeneidad exige mecanismos de diagnóstico temprano que identifiquen, desde las primeras semanas, a los oficiales alumnos que necesitan apoyo adicional o nivelación antes de avanzar hacia contenidos de mayor complejidad. El tema se amplía en la sección 3.3, donde se muestra cómo las tecnologías adaptativas facilitan esa identificación temprana y la personalización de las rutas formativas.

2.2.4. Consulta a expertos operativos para la validación de contenidos

La consulta a expertos operativos, es decir, a aviadores navales con amplia experiencia en la especialidad del programa, es una estrategia indispensable de validación de contenidos. El conocimiento aeronáutico operacional es especializado y está situado en su contexto, de modo que el currículo debe incorporar la experiencia de quienes ya han ejercido las funciones para las que se prepara a la nueva generación. En la Aviación Naval, esa experiencia reside en las tripulaciones de las unidades operacionales de ala fija, ala rotatoria y sistemas aéreos no tripulados.

La consulta debe estructurarse con rigor. Las conversaciones informales rara vez producen información comparable entre expertos; son preferibles los paneles de validación curricular formalmente constituidos, los cuestionarios que soliciten valorar la relevancia y criticidad de contenidos concretos y los métodos de consenso progresivo. Estos últimos ayudan a resolver discrepancias que reflejan diferencias reales de énfasis operacional entre generaciones de aviadores o entre plataformas.

2.2.5. Priorización curricular en función del riesgo operacional

La priorización curricular según el riesgo operacional orienta la asignación de tiempo formativo y recursos entre las competencias identificadas en el análisis de necesidades. No todas las competencias tienen igual criticidad para la seguridad y la misión, y los recursos limitados de cualquier institución deben dirigirse primero a aquellas cuya deficiencia tendría las consecuencias más graves.

La figura 5 presenta una matriz de priorización que cruza la frecuencia de empleo de cada competencia en las operaciones aeronavales con la severidad de las consecuencias de un desempeño deficiente. La matriz ofrece un criterio objetivo para distribuir el tiempo formativo, útil para instituciones que, como ocurre en buena parte de América Latina, operan con restricciones presupuestarias.

Figura 5. *Proceso de priorización curricular según el riesgo operacional*



Nota: Elaboración propia con base en Wang et al. (2020).

2.3. Arquitectura curricular modular para la formación aeronáutica

La arquitectura curricular modular organiza el currículo en unidades relativamente autónomas pero interrelacionadas. En la formación aeronaval ofrece dos ventajas: permite actualizar contenidos específicos sin alterar la integridad del programa y facilita las trayectorias diferenciadas que requieren las distintas especialidades. Esta sección examina la estructuración por contenidos imprescindibles y núcleos de conocimiento, la secuenciación entre fases académica y práctica de vuelo, la integración de experiencias progresivas, la alineación entre resultados de aprendizaje y estándares institucionales, y la flexibilidad curricular por especialidad.

La modularidad es, además, una condición estructural del modelo adaptativo del Capítulo III: solo un currículo modular permite que distintos oficiales alumnos sigan secuencias parcialmente

diferenciadas sin que se resienta la coherencia del programa ni los estándares de proficiencia exigibles a todos los egresados.

2.3.1. Estructuración por contenidos imprescindibles y núcleos de conocimiento

Organizar el currículo aeronaval en torno a contenidos imprescindibles y núcleos de conocimiento claramente delimitados facilita la comprensión del programa por parte de instructores y alumnos, y también su actualización ante la evolución tecnológica y doctrinaria. La terminología coincide con la del Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025, que estructura el currículo por núcleos de conocimiento y contenidos imprescindibles. Esta organización exige identificar los núcleos verdaderamente irreductibles del programa y distinguirlos de los contenidos complementarios o de profundización, que enriquecen la formación pero no son prerrequisito para certificar la proficiencia operacional básica.

La distinción resulta especialmente útil cuando restricciones presupuestarias o de tiempo obligan a decidir qué contenidos pueden comprimirse o diferirse sin afectar la calidad de la formación certificada. Ofrece a las autoridades un criterio objetivo que trasciende las preferencias de cada instructor y se apoya en el consenso construido mediante la consulta a expertos y la priorización por riesgo (v. sección 2.2).

2.3.2. Secuenciación de fases académica y práctica de vuelo

La secuenciación entre la fase académica y la práctica de vuelo obliga a equilibrar dos consideraciones en tensión. Por un lado, el oficial alumno necesita una comprensión conceptual sólida de los principios aerodinámicos, procedimentales y de seguridad antes de aplicarlos en vuelo real o simulado. Por otro, la evidencia sobre el

aprendizaje situado (v. sección 1.2.3) indica que la comprensión conceptual profunda se consolida mejor cuando se vincula con experiencias prácticas auténticas que cuando se pospone hasta el final de una fase teórica exhaustiva.

La experiencia de diversas instituciones de formación aeronáutica militar favorece las arquitecturas que intercalan bloques teóricos y sesiones prácticas, en lugar de concentrar toda la teoría en una fase inicial separada. La secuenciación entrelazada permite aplicar de inmediato lo recién aprendido y produce una integración más duradera entre el conocimiento declarativo y el procedimental, que juntos configuran la competencia profesional del aviador naval.

2.3.3. Integración de experiencias formativas progresivas

Integrar experiencias formativas progresivas exige concebir el currículo como una trayectoria de complejidad creciente y no como una colección de módulos yuxtapuestos. Cada experiencia nueva se construye sobre las competencias ya desarrolladas, las refuerza y las amplía hacia mayores niveles de autonomía operacional, en coherencia con el tránsito de la disciplina procedimental inicial al juicio situacional autónomo (v. sección 1.1.3).

Esta integración se concreta en tres decisiones curriculares. La primera incorpora actividades de repaso espaciado que reactivan competencias de fases anteriores y previenen el deterioro por desuso (v. sección 4.5.2). La segunda diseña escenarios que combinan competencias desarrolladas por separado, en contextos cada vez más representativos de la operación real. La tercera documenta explícitamente cómo cada unidad formativa contribuye a las competencias terminales que el programa certifica.

2.3.4. Alineación entre resultados de aprendizaje y estándares institucionales

La alineación entre los resultados de aprendizaje de cada componente curricular y los estándares institucionales de proficiencia (v. sección 1.3.3) es un requisito de coherencia y validez del programa. Evita una desconexión frecuente en programas poco rigurosos: la que separa lo que el currículo declara enseñar de lo que realmente debe certificarse según los estándares operacionales de la institución.

La tabla 6 ofrece un marco para verificar esa alineación: vincula cada resultado de aprendizaje con el estándar institucional que satisface y con el mecanismo de evaluación que comprueba su logro. La herramienta resulta valiosa en los procesos de validación curricular descritos en la sección 2.5.

Tabla 6. *Relación entre resultados de aprendizaje y estándares institucionales*

Resultado de aprendizaje curricular	Estándar institucional asociado	Mecanismo de verificación
Ejecución precisa de procedimientos de emergencia	Proficiencia operacional en gestión de fallas	Evaluación práctica en simulador de alta fidelidad
Aplicación de principios de coordinación de tripulación	Estándar de gestión de recursos de tripulación	Observación estructurada durante ejercicios multitripulados
Toma de decisiones bajo incertidumbre operacional	Estándar de juicio situacional certificado	Escenarios de decisión evaluados por panel de instructores
Comprensión de la doctrina naval aplicable	Integración doctrinaria institucional	Evaluación teórica estandarizada
Ejecución de maniobras tácticas específicas	Proficiencia en la especialidad	Certificación de vuelo supervisada

Nota: Elaboración propia (2026).

2.3.5. Flexibilidad curricular según especialidades aeronáuticas

Una fuerza aeronaval contemporánea forma pilotos en especialidades distintas, como ala fija, ala rotatoria y sistemas aéreos no tripulados (v. sección 4.1.5). La arquitectura modular debe prever puntos de bifurcación curricular claramente definidos: momentos en los que el oficial alumno, tras completar los núcleos comunes a todas las especialidades, pasa a formarse en la especialidad que la institución le asigna.

El diseño de esos puntos debe equilibrar la formación común, que garantiza una base profesional coherente con la identidad del cuerpo de aviadores navales (v. sección 4.4.5), y la especialización técnica que exige cada plataforma. Una especialización prematura debilita la formación general; una formación común demasiado larga retrasa el desarrollo de las competencias propias de cada especialidad.

2.4. Recursos didácticos convencionales en la instrucción aeronáutica

Los recursos didácticos convencionales seguirán siendo el soporte material de la formación aeronaval, aunque las tecnologías adaptativas del Capítulo III los complementen y, en algunos casos, los transformen. Esta sección examina el simulador de vuelo como recurso estandarizado de práctica, los manuales técnicos y las cartas aeronáuticas, el estudio de casos y la resolución de problemas operacionales, los ejercicios prácticos con supervisión presencial y los criterios institucionales para seleccionar los recursos.

Conocer estos recursos ayuda a evitar un error frecuente en los discursos entusiastas sobre innovación educativa: suponer que las nuevas tecnologías sustituyen por completo a los recursos

convencionales. Lo que procede es integrarlos de modo que cada uno aporte sus fortalezas dentro de una arquitectura instruccional coherente.

2.4.1. El simulador de vuelo como recurso estandarizado de práctica

El simulador de vuelo es el recurso didáctico convencional más determinante de la formación aeronáutica militar. Permite practicar de forma repetida los procedimientos operacionales, incluidos los de emergencia que sería inaceptable o imposible ensayar en vuelo real, sin los costos ni los riesgos de operar la aeronave. Su fidelidad ha evolucionado de los dispositivos de entrenamiento procedimental básicos a los simuladores de alta fidelidad, capaces de reproducir las características de manejo de cada plataforma y las condiciones ambientales, meteorológicas y de amenaza táctica de la operación real.

Su incorporación eficaz exige reconocer sus limitaciones, como la fidelidad incompleta de algunas señales sensoriales, en especial la aceleración vestibular que produce la aeronave en ciertas maniobras. Si no se gestiona mediante un diseño que complemente el simulador con suficiente práctica en vuelo real, conforme a la normativa institucional (v. sección 1.5.3), esa limitación puede generar transferencia negativa. El tema se retoma en la sección 4.2.2.

El costo de adquirir y mantener simuladores de alta fidelidad obliga además a definir la proporción entre horas de simulador y horas de vuelo en cada programa. Esa decisión debe apoyarse en la evidencia sobre la eficacia de cada modalidad para cada competencia, y evitar dos extremos: la dependencia excesiva del simulador, que reduce la exposición a condiciones reales, y su subutilización, que desaprovecha una herramienta con favorable relación costo-efectividad.

2.4.2. Manuales técnicos, cartas aeronáuticas y ayudas instruccionales

Los manuales técnicos, las cartas aeronáuticas y las demás ayudas documentales siguen siendo indispensables para construir la comprensión conceptual que sustenta la ejecución de procedimientos complejos. Requieren, sin embargo, una gestión institucional que garantice su actualización permanente, porque formar a un aviador con documentación técnica desactualizada compromete la seguridad operacional.

La digitalización de estos recursos, tendencia constante en la modernización de la formación aeronáutica militar, ofrece mejoras claras frente al formato impreso: actualización centralizada e inmediata ante cambios normativos, incorporación de elementos multimedia que facilitan la comprensión de procedimientos complejos y vinculación directa con las plataformas adaptativas del Capítulo III. El resultado es un ecosistema documental integrado y accesible para instructores y oficiales alumnos de la Escuela de Aviación Naval.

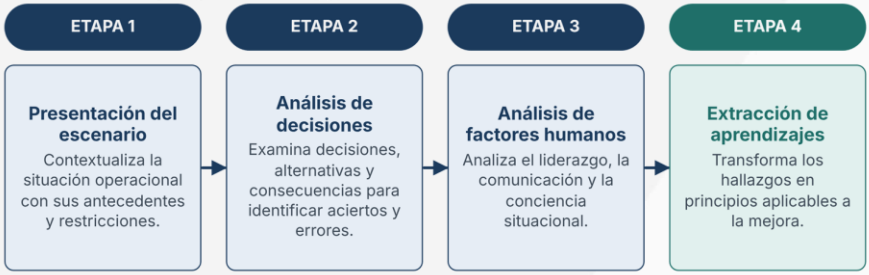
2.4.3. Estudio de casos y resolución de problemas operacionales

El estudio de casos y la resolución de problemas operacionales desarrollan el juicio situacional y la toma de decisiones (v. sección 1.4.3). Los oficiales alumnos analizan y discuten situaciones complejas, a menudo derivadas de incidentes o accidentes documentados, y extraen lecciones generalizables sin exponerse al riesgo que esas situaciones implicaron.

La figura 6 presenta una metodología en cuatro etapas: la presentación estructurada del escenario, el análisis guiado de las decisiones disponibles y sus consecuencias, la discusión de los

factores humanos y organizacionales que contribuyeron al desenlace, y la extracción de principios aplicables a situaciones futuras análogas.

Figura 6. *Metodología para la resolución de problemas operacionales*



Nota: Elaboración propia (2026).

2.4.4. Ejercicios prácticos y entrenamiento presencial supervisado

Los ejercicios prácticos con supervisión presencial, en los que un instructor calificado observa al oficial alumno y le da retroalimentación inmediata en el simulador o en vuelo, son insustituibles. Ningún recurso tecnológico reemplaza por completo el juicio experto, la sensibilidad pedagógica y la capacidad de adaptación inmediata que aporta un instructor humano.

La eficacia de esta supervisión depende de dos condiciones: la formación pedagógica del propio instructor (v. sección 3.5.2) y la existencia de protocolos de retroalimentación estructurada. Solo así la supervisión se traduce en observaciones específicas, constructivas y accionables, y no en comentarios genéricos que poco orientan la mejora del alumno.

2.4.5. Criterios institucionales para la selección de recursos didácticos

La selección de recursos didácticos para cada componente del programa exige una evaluación multidimensional. Entre los criterios figuran la fidelidad del recurso respecto de las condiciones operacionales que busca reproducir, el costo de adquisición, mantenimiento y operación, la evidencia sobre su eficacia en contextos comparables y su compatibilidad con la infraestructura tecnológica de la Escuela de Aviación Naval.

La tabla 7 organiza estos criterios en un marco que los diseñadores curriculares pueden usar para comparar alternativas. Su utilidad es evidente en una institución que, como la Aviación Naval, debe fundamentar cada inversión tecnológica en evidencia sólida antes de comprometer recursos presupuestarios.

Tabla 7. *Criterios para la selección de recursos didácticos aeronáuticos*

Criterio de selección	Pregunta orientadora	Peso relativo recomendado
Fidelidad operacional	¿Reproduce fielmente las condiciones reales de operación?	Alto para competencias críticas de seguridad
Costo institucional	¿Es sostenible su adquisición y mantenimiento continuo?	Alto en contextos de recursos limitados
Evidencia de efectividad	¿Existe evidencia empírica de su valor formativo?	Alto para decisiones de inversión mayor
Compatibilidad tecnológica	¿Se integra con la infraestructura institucional existente?	Medio, salvo en transiciones tecnológicas mayores
Escalabilidad institucional	¿Puede emplearse con distintos volúmenes de oficiales alumnos?	Medio a alto según el tamaño de la cohorte formativa

Nota: Elaboración propia (2026).

2.5. Validación y aseguramiento de la calidad curricular

La validación y el aseguramiento de la calidad curricular garantizan que el programa cumpla los estándares de rigor técnico y pertinencia operacional que exige la Aviación Naval. Esta sección aborda la revisión técnica del diseño curricular, el pilotaje y ajuste del syllabus, la coherencia entre objetivos, contenidos y evaluación, la evaluación curricular institucional y la actualización continua del currículo.

Un programa insuficientemente validado podría certificar competencias que no corresponden al nivel de proficiencia que la institución necesita garantizar, con consecuencias potencialmente graves para la seguridad de las operaciones navales.

2.5.1. Revisión técnica del diseño curricular

La revisión técnica del diseño curricular es la primera etapa de la validación. Verifica que la estructura modular (v. sección 2.3), la selección de recursos (v. sección 2.4) y la secuenciación fundamentada en los modelos clásicos (v. sección 2.1) sean coherentes y sólidas antes de pasar al pilotaje y a la implementación generalizada.

La revisión debe estar a cargo de un equipo interdisciplinario que combine experticia en diseño instruccional con experticia operacional en la especialidad del programa. Así se evalúan a la vez el rigor pedagógico del diseño y su suficiencia técnica respecto de las competencias operacionales que pretende desarrollar.

2.5.2. Pilotaje y ajuste del syllabus previo a su implementación

El pilotaje consiste en aplicar el programa a un grupo reducido de oficiales alumnos antes de su implementación generalizada. Es una

etapa indispensable, porque revela dificultades de implementación, ambigüedades en la documentación curricular y discrepancias entre los resultados esperados y los observados que la sola revisión documental no permite anticipar.

La tabla 8 sintetiza las etapas de un pilotaje y ajuste curricular riguroso, como marco para que la Escuela de Aviación Naval estructure esta fase antes de implementar cualquier programa nuevo o sustancialmente modificado.

Tabla 8. *Etapas del pilotaje y ajuste del syllabus institucional*

Etapa del pilotaje	Actividad principal	Producto esperado
Selección del grupo piloto	Identificación de una cohorte representativa reducida	Grupo piloto con perfil comparable a la población objetivo
Implementación acotada	Ejecución del programa formativo bajo observación cercana	Registro sistemático de incidencias de implementación
Recolección de retroalimentación	Consulta estructurada a instructores y oficiales alumnos participantes	Reporte cualitativo y cuantitativo de la experiencia piloto
Análisis de resultados formativos	Comparación entre resultados esperados y observados	Identificación de brechas específicas de diseño curricular
Ajuste curricular documentado	Modificación formal del syllabus según hallazgos del pilotaje	Versión revisada del programa lista para implementación generalizada

Nota: Elaboración propia (2026).

2.5.3. Coherencia entre objetivos, contenidos y evaluación

La coherencia entre objetivos, contenidos y evaluación, conocida en la literatura como alineación constructiva, es un principio fundamental de validez curricular. Exige verificar que todo objetivo

tenga contenidos que lo desarrollen, que ningún contenido quede desconectado de los objetivos y que la evaluación mida efectivamente el logro de lo declarado, y no dimensiones tangenciales de la competencia que se busca certificar.

En la formación aeronaval, la tentación de emplear formatos de evaluación cómodos desde el punto de vista administrativo, como los exámenes escritos de opción múltiple, puede crear una discrepancia grave con objetivos que exigen demostrar en la práctica destrezas psicomotoras o juicio situacional. Si no se corrige mediante esta verificación, la discrepancia compromete la validez de la certificación.

2.5.4. Evaluación curricular institucional

La evaluación curricular institucional examina de manera periódica la efectividad de los programas vigentes. Va más allá del pilotaje inicial (v. sección 2.5.2), porque sigue el desempeño de los egresados en su trayectoria operacional y verifica si las competencias certificadas se traducen en un desempeño satisfactorio y sostenido en las unidades aeronavales. En el sistema de educación militar ecuatoriano, este proceso corresponde al componente de Evaluación Académica del Modelo Pedagógico y se ejecuta según las matrices del Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025.

Esta evaluación, organizada según las matrices del Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025, combina varias fuentes de evidencia: el análisis estadístico de incidentes operacionales por promoción y programa cursado, la retroalimentación de las unidades operacionales que reciben a los egresados y la comparación periódica del programa con los estándares internacionales de referencia (v. sección 1.3.5), como los de la Organización de Aviación Civil Internacional. Estos estándares se utilizan como referencia comparada

y su adopción pasa por la normativa nacional, según se detalla en los Anexos A y C.

El Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025 organiza el Modelo Pedagógico del sistema de educación militar en tres componentes, y los procesos de validación de esta sección se distribuyen entre ellos. La Planificación Académica comprende el análisis de necesidades, el diseño curricular modular y la revisión técnica del syllabus (v. secciones 2.2, 2.3 y 2.5.1). La Administración Académica cubre la ejecución del programa, la gestión de recursos didácticos, el pilotaje y el registro de resultados (v. secciones 2.4 y 2.5.2). La Evaluación Académica reúne la verificación de coherencia, la evaluación curricular institucional y la mejora continua (v. secciones 2.5.3 a 2.5.5). Esta correspondencia permite que el diseño instruccional propuesto se inscriba en los procesos formales del sistema de educación militar y no funcione como un circuito paralelo.

2.5.5. Actualización y mejora continua del currículo

La actualización del currículo aeronaval es un compromiso permanente y no un ejercicio puntual. La evolución tecnológica, doctrinaria y normativa del campo exige que la institución mantenga capacidades estables de monitoreo, evaluación y ajuste durante todo el ciclo de vida de cada programa.

Ese compromiso fundamenta el modelo adaptativo del Capítulo III. Las tecnologías de personalización no solo ajustan la experiencia formativa a cada oficial alumno: generan también un flujo continuo de datos sobre el desempeño agregado de sucesivas promociones, que puede retroalimentar la actualización curricular y cerrar así el ciclo de mejora continua que esta obra propone para la Aviación Naval.

La institucionalización de la mejora continua exige que la Escuela de Aviación Naval asigne responsabilidades organizacionales claras dentro del subsistema de educación de la Armada, en el proceso de Especialización Militar que define el Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025. Cada responsabilidad debe ubicarse en uno de los tres componentes del Modelo Pedagógico: Planificación Académica, Administración Académica y Evaluación Académica. De este modo, la actualización curricular no depende de iniciativas individuales de instructores motivados, sino de una estructura con recursos propios que asegura su continuidad frente a los relevos de mando y a los cambios en el equipo de instructores.

Reflexión de cierre

Este capítulo mostró cómo los fundamentos epistemológicos del Capítulo I se traducen en decisiones concretas de diseño instruccional para la formación aeronaval, desde la selección y adaptación de los modelos clásicos hasta la validación y el aseguramiento de la calidad curricular.

El recorrido confirma que el diseño instruccional eficaz para la aviación naval requiere articular el rigor metodológico de la tecnología educativa con el conocimiento operacional que solo aporta la experiencia aeronáutica militar. Ningún enfoque puramente teórico o puramente empírico logra por sí solo esa articulación; de ahí la perspectiva integradora adoptada. Su anclaje en el Modelo Pedagógico del Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025 permite, además, que las propuestas se apliquen en la Escuela de Aviación Naval dentro de los procesos formales de planificación, administración y evaluación académica.

El Capítulo III parte de esta arquitectura para mostrar cómo las tecnologías de aprendizaje adaptativo pueden personalizar la instrucción militar y responder a la heterogeneidad de los oficiales alumnos (v. sección 2.2.3), sin renunciar a los estándares uniformes de proficiencia que la institución debe garantizar a todos sus egresados.

El aprendizaje adaptativo no sustituye los fundamentos del diseño instruccional sistemático; los enriquece. Ningún sistema adaptativo genera valor formativo si no se apoya en una arquitectura curricular sólida, un análisis riguroso de necesidades y procesos consistentes de validación de la calidad, que son precisamente las dimensiones desarrolladas en este capítulo.

PÁGINAS BRILLANTES ECUADOR
Palabras Brillantes, Mentes Creativas



CAPÍTULO 3

Aprendizaje adaptativo y personalización de la instrucción militar

CAPÍTULO III
Aprendizaje Adaptativo y Personalización de la Instrucción Militar

Los capítulos anteriores desarrollaron los fundamentos epistemológicos de la formación aeronáutica militar y los principios del diseño instruccional aplicados al contexto naval. Este tercer capítulo, núcleo de la obra, examina cómo las tecnologías de aprendizaje adaptativo pueden personalizar la instrucción militar y responder a la heterogeneidad cognitiva y actitudinal de los oficiales alumnos (v. sección 2.2.3), sin renunciar a los estándares uniformes de proficiencia que la institución debe garantizar a todos sus egresados.

El aprendizaje adaptativo es el enfoque pedagógico que emplea sistemas tecnológicos capaces de ajustar de forma dinámica el contenido, el ritmo, la dificultad o la modalidad de una experiencia formativa según las características y el desempeño de cada alumno. Es una de las líneas de innovación más documentadas en la formación militar de alta exigencia técnica. Jarmasz et al. (2025), en su hoja de ruta para implementar sistemas instruccionales adaptativos en las Fuerzas Armadas Canadienses, registran un interés creciente por estas tecnologías entre las fuerzas de la alianza atlántica, motivado por su capacidad de mejorar la eficiencia de programas formativos costosos y técnicamente complejos.

Ese interés no responde a una moda tecnológica, sino a desafíos estructurales de las fuerzas aeronavales: formar aviadores competentes con recursos limitados, atender la heterogeneidad inevitable de cada promoción y sostener estándares de proficiencia

que ninguna institución militar puede relajar ante presiones presupuestarias o de tiempo.

El capítulo se organiza en cinco secciones. La primera fija los fundamentos conceptuales del aprendizaje adaptativo y lo distingue de nociones cercanas como la personalización y la diferenciación. La segunda describe las tecnologías habilitantes, de los sistemas tutoriales inteligentes a los algoritmos de ajuste dinámico en simuladores. La tercera trata la personalización del entrenamiento según las particularidades de cada oficial alumno. La cuarta aborda la retroalimentación adaptativa y la autorregulación del aprendizaje profesional. La quinta analiza las condiciones institucionales para implementar el modelo en la Aviación Naval de manera sostenible.

La tesis del capítulo es coherente con lo expuesto hasta aquí: el aprendizaje adaptativo no sustituye el juicio pedagógico del instructor naval ni los principios de diseño instruccional sistemático del Capítulo II. Los amplifica, porque permite atender la heterogeneidad individual de manera sistemática y escalable, algo que ningún equipo de instructores, por experimentado que sea, puede sostener solo con métodos manuales.

La argumentación se apoya en la evidencia internacional disponible, en particular la de fuerzas de la alianza atlántica y de instituciones aeronáuticas civiles. Esas experiencias ofrecen lecciones transferibles a la Aviación Naval, siempre que se adapten a una institución con recursos y rasgos culturales distintos de los de sus contextos de origen.

3.1. Fundamentos conceptuales del aprendizaje adaptativo

Antes de analizar las aplicaciones tecnológicas conviene precisar los conceptos, porque la literatura emplea a menudo términos imprecisos o intercambiables que confunden a quienes se acercan por primera vez al campo. Esta sección examina el paso del diseño uniforme a la personalización, las diferencias entre personalización, diferenciación y adaptatividad, los modelos de estudiante y su representación computacional, los principios de la instrucción adaptativa basada en desempeño y los límites éticos y operativos del contexto militar naval.

La precisión conceptual protege además las decisiones de inversión de la Aviación Naval: evita que se adopten herramientas por su atractivo comercial sin verificar que ofrecen las capacidades técnicas que la formación aeronaval realmente requiere.

3.1.1. Del diseño uniforme a la personalización del aprendizaje

La formación aeronáutica militar ha funcionado tradicionalmente, y aún funciona en muchas instituciones, con un diseño curricular uniforme: todos los oficiales alumnos de una promoción reciben la misma secuencia de contenidos, al mismo ritmo y con las mismas estrategias, con independencia de las diferencias de aptitud, experiencia previa o estilo de aprendizaje que caracterizan a cualquier grupo (v. sección 2.2.3). El modelo uniforme simplifica la gestión y hace previsible la planificación, pero la literatura ha documentado ampliamente sus limitaciones pedagógicas.

Du Plooy et al. (2024), en su revisión sistemática sobre el aprendizaje adaptativo personalizado en educación superior, encontraron que los modelos que consideran las diferencias

individuales mejoran el desempeño académico y el compromiso de los estudiantes: 41 de los 69 estudios revisados reportaron mejoras significativas en el desempeño y otros 25 registraron aumentos significativos del compromiso. Aunque provienen sobre todo de la educación superior civil, estos resultados sugieren beneficios análogos para la Escuela de Aviación Naval y sustentan la propuesta central del capítulo.

La evidencia debe leerse con cautela. Su transferencia a un contexto tan exigente como la formación aeronaval requiere validación propia, por lo que conviene que toda implementación piloto se acompañe de mecanismos rigurosos de evaluación institucional, conforme a los principios de validación curricular de la sección 2.5.

3.1.2. Diferencias entre personalización, diferenciación y adaptatividad

La personalización, la diferenciación y la adaptatividad se usan con frecuencia como sinónimos, sobre todo en el discurso comercial de los proveedores de tecnología educativa. Distinguirlas permite a los diseñadores curriculares saber qué están incorporando realmente. La diferenciación instruccional, el concepto más antiguo, es la práctica docente de ajustar manualmente el ritmo o la dificultad de las actividades según las necesidades de distintos subgrupos de una clase, sin requerir mediación tecnológica.

La personalización tiene un alcance mayor: abarca cualquier esfuerzo, con o sin tecnología, por ajustar la experiencia formativa a las características, intereses o necesidades de un alumno concreto. La adaptatividad designa el componente tecnológico que hace ese ajuste de forma dinámica y automatizada, mediante algoritmos que procesan

continuamente la evidencia de desempeño y modifican en tiempo real los parámetros de la experiencia. La distinción, recogida por du Plooy et al. (2024), es importante aquí porque el modelo de este capítulo corresponde a la adaptatividad tecnológica y no solo a la diferenciación manual que practican los instructores experimentados. Ambas estrategias, sin embargo, se complementan dentro de una arquitectura instruccional coherente.

3.1.3. Modelos de estudiante y representación computacional

El modelo de estudiante es el componente técnico central de todo sistema adaptativo. Se trata de una representación computacional dinámica del conocimiento, las competencias y, en los sistemas más avanzados, el estado motivacional y emocional del aprendiz, que el sistema utiliza para decidir cómo adaptar la instrucción. No equivale a un registro de calificaciones: su función es inferir el estado actual de conocimiento del alumno para orientar las decisiones futuras, no documentar el desempeño pasado.

En la formación aeronaval, un modelo de estudiante robusto integra varias fuentes de evidencia: el desempeño en evaluaciones formativas y sumativas, los patrones de interacción con materiales digitales, los indicadores fisiológicos de carga cognitiva (v. sección 1.2.2) cuando la instrumentación lo permite, y las valoraciones del desempeño psicomotor que aportan los instructores en simulador y en vuelo. Esa integración exige arquitecturas técnicas bastante más complejas que los sistemas convencionales de gestión del aprendizaje.

Integrar fuentes diversas plantea además un problema de ponderación, porque no todas tienen la misma validez predictiva respecto del desempeño operacional futuro. Por ello, el diseño del

modelo debe incorporar desde el inicio el juicio de especialistas en evaluación aeronáutica militar, para que las decisiones sobre arquitectura de datos no queden solo en manos de desarrolladores de software sin experticia aeronáutica.

3.1.4. Principios de la instrucción adaptativa basada en desempeño

La instrucción adaptativa basada en desempeño vincula la evidencia observable del oficial alumno con decisiones algorítmicas sobre la secuencia, la dificultad y la modalidad de sus siguientes experiencias formativas. Su primer principio es la granularidad: el sistema debe representar cada competencia con el detalle suficiente para adaptar la instrucción a nivel de subcompetencia, y no solo mediante ajustes globales que confundan las distintas dimensiones del desempeño descritas en la clasificación tripartita de la sección 1.3.2.

La figura 7 presenta el modelo conceptual de la instrucción adaptativa aplicado a la formación aeronaval: el sistema recopila evidencia de desempeño, actualiza el perfil del oficial alumno, genera decisiones de adaptación y presenta la experiencia formativa ajustada. El ciclo se repite a lo largo de toda la trayectoria del aviador en formación.

Figura 7. *Modelo conceptual de la instrucción adaptativa*



Nota: Elaboración propia con base en du Plooy et al. (2024).

3.1.5. Límites éticos y operativos en contextos militares

El contexto militar naval impone límites éticos y operativos que van más allá de los debates éticos generales sobre estas tecnologías en la educación civil, por las particularidades institucionales descritas en el Capítulo I. Jarmasz et al. (2025) registran, en la experiencia canadiense, preocupaciones específicas sobre la seguridad y confidencialidad de los datos individuales de desempeño, información que en una organización militar puede tener carácter sensible para la seguridad institucional e incluso nacional.

La institución debe definir también el grado de autonomía que concede a estos sistemas. Las decisiones de alto riesgo, como la certificación de proficiencia o la separación de un oficial alumno del programa por bajo desempeño, deben permanecer bajo el juicio humano. Los sistemas adaptativos aportan información valiosa a esas decisiones, pero la responsabilidad corresponde a los instructores y a las autoridades académicas de la Escuela de Aviación Naval, conforme

a las instancias que prevé el Reglamento de Educación Militar 2025 (v. Anexo D).

Otro límite operativo es la ciberseguridad. Los sistemas adaptativos deben funcionar en entornos tecnológicos aislados de las redes institucionales sensibles, porque la información sobre el desempeño y las capacidades de los aviadores en formación podría interesar a actores hostiles. Su arquitectura debe incorporar, desde el diseño, las medidas de seguridad informática propias de un entorno militar.

3.2. Tecnologías habilitantes del aprendizaje adaptativo

Las tecnologías que hacen posible el aprendizaje adaptativo han evolucionado con rapidez en los últimos años, y el ritmo de innovación es especialmente alto en el campo aeronáutico. Esta sección examina los sistemas tutoriales inteligentes aplicados a la instrucción de vuelo, la analítica de aprendizaje para la toma de decisiones pedagógicas, los algoritmos de ajuste dinámico en simuladores, las plataformas con trayectorias personalizadas y la inteligencia artificial aplicada a la evaluación formativa.

El análisis evita dos extremos: el escepticismo que ignora la creciente evidencia sobre su eficacia en contextos aeronáuticos y el entusiasmo que sobrestima su madurez o subestima los desafíos de implementación institucional, que se abordan en la sección 3.5.

3.2.1. Sistemas tutoriales inteligentes aplicados a la instrucción de vuelo

Los sistemas tutoriales inteligentes combinan técnicas de inteligencia artificial con principios pedagógicos para ofrecer instrucción personalizada y retroalimentación adaptativa sin la

presencia constante de un instructor. Su madurez justifica que las instituciones de formación aeronáutica militar los consideren seriamente. El Grupo de Investigación sobre Factores Humanos y Medicina de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), en su evaluación de las tecnologías y oportunidades de estos sistemas en la formación militar de los países miembros, registra un consenso creciente sobre su potencial para mejorar la eficiencia del entrenamiento técnico especializado. Para la Aviación Naval, ese estudio es una referencia comparada útil en su estrategia de modernización tecnológica.

Guevarra et al. (2023) desarrollaron un sistema tutorial inteligente capaz de entrenar a pilotos alumnos en un simulador de vuelo mediante un agente de inteligencia artificial entrenado para reproducir el juicio de instructores calificados. El sistema utiliza las decisiones de ese agente para detectar errores del alumno durante las maniobras y ofrecer retroalimentación correctiva inmediata sin supervisión humana constante. El estudio muestra que estas tecnologías reducen la dependencia de instructores escasos, ventaja relevante para instituciones con restricciones presupuestarias que limitan la atención individual a cada piloto en formación.

La arquitectura de agente experto entrenado por clonación conductual tiene otra ventaja frente a los sistemas basados en reglas rígidas: capta matices del juicio del instructor que serían muy difíciles de codificar como reglas. Esta vía permitiría a la Escuela de Aviación Naval desarrollar sus propios tutores inteligentes a partir del juicio documentado de sus instructores más experimentados y preservar ese conocimiento de forma escalable para las siguientes generaciones de pilotos.

3.2.2. Analítica de aprendizaje para la toma de decisiones pedagógicas

La analítica de aprendizaje es la recolección, el análisis y la interpretación de los datos generados durante la formación con el fin de comprender y mejorar el proceso y sus contextos. Constituye la base empírica de las decisiones pedagógicas que ejecutan los sistemas adaptativos. Yang et al. (2021), en su propuesta de asistente del instructor basado en aprendizaje automático para simuladores de vuelo, muestran que la analítica de patrones de desempeño detecta tendencias y anomalías en la ejecución de maniobras que la observación cualitativa del instructor difícilmente percibe, sobre todo cuando se manifiestan de forma sutil y progresiva a lo largo de varias sesiones.

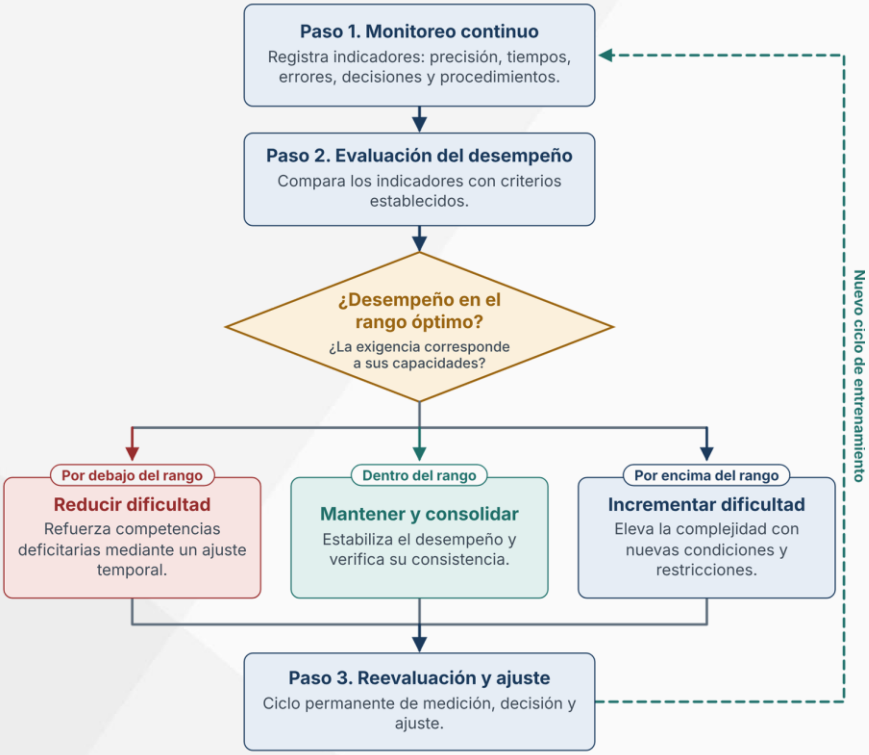
Su aplicación en la Escuela de Aviación Naval requiere dos condiciones. La primera es una infraestructura técnica para recolectar los datos de forma sistemática y segura (v. sección 3.5.1). La segunda es la capacidad institucional de interpretarlos, porque la analítica solo genera valor formativo cuando sus hallazgos se convierten en decisiones pedagógicas concretas de instructores y diseñadores capacitados para leer la evidencia.

3.2.3. Algoritmos de ajuste dinámico en simuladores

Los algoritmos de ajuste dinámico son el componente que traduce la personalización en cambios concretos de la sesión en simulador. Ajustan variables como la complejidad meteorológica, la aparición y severidad de fallas programadas de sistemas o el nivel de amenaza táctica del escenario, según el desempeño que el oficial alumno demuestra durante la práctica.

La figura 8 muestra el funcionamiento de estos algoritmos. El sistema procesa los indicadores de desempeño durante la sesión, los compara con umbrales definidos por la institución y ajusta la dificultad para mantener al oficial alumno en la zona de desarrollo próximo. Así evita la frustración de una exigencia que supera sus capacidades y el desinterés de una exigencia por debajo de lo que ya domina.

Figura 8. *Funcionamiento de los algoritmos de ajuste dinámico en simuladores*



Nota: Elaboración propia con base en Guevarra et al. (2023).

3.2.4. Plataformas inteligentes con trayectorias personalizadas

Las plataformas inteligentes con trayectorias personalizadas integran en una arquitectura única los tutores inteligentes, la analítica de aprendizaje y los algoritmos de ajuste dinámico. Gestionan la trayectoria completa de cada oficial alumno, desde el diagnóstico inicial de sus competencias previas hasta la certificación de su proficiencia operacional.

Bien implementadas, estas plataformas generan rutas parcialmente diferenciadas dentro de una misma promoción, conforme a la arquitectura modular de la sección 2.3, y mantienen a la vez la coherencia del programa. Todos los oficiales alumnos, cualquiera que sea su trayectoria, deben alcanzar los mismos estándares de proficiencia. Conciliar ambas exigencias es uno de los mayores desafíos técnicos que estas plataformas plantean a los diseñadores curriculares de la Escuela de Aviación Naval.

La selección de una plataforma debe considerar su interoperabilidad con los sistemas de gestión académica de la Armada, la disponibilidad de soporte técnico en español y en el huso horario ecuatoriano, y su capacidad de personalización. La plataforma debe adaptarse al currículo aeronaval descrito en el Capítulo II, y no obligar a la institución a ajustarse a las limitaciones de un producto comercial genérico.

3.2.5. Inteligencia artificial aplicada a la evaluación formativa

La inteligencia artificial aplicada a la evaluación formativa permite que la evaluación deje de concentrarse en exámenes o pruebas prácticas puntuales y se convierta en un proceso continuo que acompaña cada sesión. La evidencia granular que produce amplía la

comprensión del progreso real del oficial alumno más allá de lo que captan las evaluaciones sumativas tradicionales.

Esta evaluación continua exige separar con claridad dos propósitos. La evaluación formativa sirve solo para ajustar la instrucción durante el aprendizaje; la evaluación sumativa certifica la proficiencia según los estándares institucionales (v. sección 1.3.3) y la escala de calificaciones del Reglamento de Educación Militar 2025. La diferencia debe comunicarse a instructores y alumnos para que nadie confunda las consecuencias de cada tipo de evaluación.

3.3. Personalización del entrenamiento aeronáutico

Personalizar el entrenamiento aeronáutico implica aplicar los conceptos y tecnologías anteriores a la formación de pilotos navales, atendiendo a varias dimensiones de diferenciación individual. Esta sección aborda los estilos y ritmos de aprendizaje, la nivelación académica de quienes ingresan con brechas previas, las rutas de profundización para el alto desempeño, las adaptaciones según condiciones psicofísicas temporales y la optimización individual del rendimiento operacional.

En coherencia con los límites de la sección 3.1.5, la personalización complementa el juicio del instructor naval y no lo automatiza. La responsabilidad sobre las decisiones que afectan la trayectoria profesional y la seguridad futura de cada oficial alumno sigue siendo del instructor.

3.3.1. Estilos y ritmos individuales de aprendizaje

Los estilos y ritmos de aprendizaje (v. sección 2.1.4) encuentran en las tecnologías adaptativas un medio eficaz de atención

sistemática. El sistema puede ajustar el formato de presentación del contenido, con predominio visual, auditivo o cinestésico según las preferencias registradas del oficial alumno, y también el ritmo de avance en la secuencia curricular, de modo que cada piloto progrese según su capacidad de asimilación.

En la formación aeronáutica militar, un ritmo demasiado rápido para las capacidades de un alumno puede dejar brechas que más tarde comprometan la seguridad; uno demasiado lento para quien asimila con facilidad desperdicia tiempo que podría destinarse a nuevas competencias o a la profundización (v. sección 3.3.3).

La institución debe fijar, no obstante, límites razonables a la variabilidad temporal dentro de un programa. Una dispersión excesiva de las trayectorias dificultaría la planificación de recursos, instructores y turnos de simulador. La flexibilidad pedagógica debe calibrarse con las restricciones logísticas propias de cualquier institución de formación militar.

3.3.2. Estrategias de nivelación académica

Para los oficiales alumnos que ingresan con brechas de competencia previa, identificadas mediante el diagnóstico de la sección 2.2.3, las tecnologías adaptativas permiten generar contenido de nivelación dirigido a las brechas de cada uno, sin elaborar a mano múltiples versiones de materiales, tarea que consumiría mucho tiempo docente.

El sistema debe distinguir, sin embargo, entre brechas de conocimiento declarativo, que se nivelan con contenido adicional relativamente estandarizado, y brechas psicomotoras o de juicio situacional, que suelen requerir la intervención directa de un instructor

calificado. La distinción refuerza el principio de complementariedad entre tecnología adaptativa y juicio pedagógico experto.

3.3.3. Rutas de profundización para alto desempeño

Las rutas de profundización para quienes superan de forma consistente el estándar esperado suelen descuidarse en los programas uniformes, que concentran su atención en que nadie quede por debajo del mínimo de proficiencia. Esos programas rara vez ofrecen oportunidades de enriquecimiento a los oficiales alumnos que exceden el estándar.

Las tecnologías adaptativas corrigen esta omisión. Generan contenido de profundización, escenarios de simulación de mayor complejidad u oportunidades de exposición temprana a competencias de etapas posteriores para quienes demuestran capacidad suficiente. Así se aprovecha mejor el potencial de los alumnos más aptos sin restar atención a quienes necesitan las estrategias de nivelación de la subsección 3.3.2.

3.3.4. Adaptaciones según condiciones psicofísicas temporales

Las adaptaciones según condiciones psicofísicas temporales tienen especial relevancia en el contexto aeronáutico militar, dada la influencia de la carga mental y la fatiga operacional sobre el desempeño (v. sección 1.4.2). Los sistemas adaptativos deben considerar no solo las diferencias individuales relativamente estables, sino también las fluctuaciones del estado psicofísico del oficial alumno: el descanso previo, la carga acumulada de actividades del período o circunstancias personales que reduzcan de forma transitoria su concentración.

El sistema debe distinguir entre una caída del desempeño debida a brechas reales de competencia, que exige nivelación (v. sección 3.3.2), y una caída transitoria por fatiga o distracción, que puede requerir descanso o reprogramación de la sesión. Confundirlas llevaría a modificar de forma permanente la trayectoria curricular con base en evidencia afectada por factores ajenos a la competencia real del alumno.

3.3.5. Optimización individual del rendimiento operacional

La optimización individual del rendimiento operacional integra las dimensiones de personalización de esta sección y es el objetivo que justifica la inversión en tecnologías adaptativas. Reúne la atención a estilos y ritmos, la nivelación y la profundización diferenciadas y la sensibilidad a las condiciones psicofísicas en un enfoque orientado a maximizar el desarrollo profesional de cada aviador naval según sus características y circunstancias.

La tabla 9 sintetiza estas estrategias y relaciona cada dimensión de personalización con las tecnologías habilitantes y los indicadores que permiten verificar su efectividad en la Escuela de Aviación Naval.

La síntesis muestra que la personalización eficaz no depende de una única estrategia tecnológica, sino de la combinación equilibrada de varias dimensiones de adaptación. Ese principio debe guiar las decisiones de diseño e implementación que adopte la Aviación Naval.

Tabla 9. *Estrategias para la optimización individual del rendimiento operacional*

Dimensión de personalización	Tecnología habilitante asociada	Indicador de efectividad institucional
Estilos y ritmos de aprendizaje	Plataformas con formatos de presentación adaptativos	Reducción del tiempo requerido para alcanzar dominio
Nivelación académica	Generación automática de contenido remedial dirigido	Disminución de brechas de competencia al ingreso
Profundización de alto desempeño	Escenarios de complejidad incremental automatizada	Aprovechamiento del potencial de oficiales alumnos avanzados
Condiciones psicofísicas temporales	Monitoreo continuo de indicadores de fatiga y carga	Reducción de errores atribuibles a fatiga no detectada
Optimización integral	Integración de las dimensiones anteriores en un modelo unificado	Mejora sostenida de indicadores de proficiencia operacional

Nota: Elaboración propia (2026).

3.4. Retroalimentación adaptativa y autorregulación del aprendizaje

La retroalimentación adaptativa y la autorregulación del aprendizaje están estrechamente vinculadas: la calidad y la oportunidad de la retroalimentación que recibe el oficial alumno condicionan su capacidad de autorregularse y, por tanto, de seguir aprendiendo de forma autónoma durante toda su carrera. Esta sección examina la retroalimentación inmediata basada en desempeño, la autorregulación del aprendizaje profesional, la metacognición aplicada al análisis del vuelo, los sistemas predictivos de alerta temprana y el papel del instructor como facilitador.

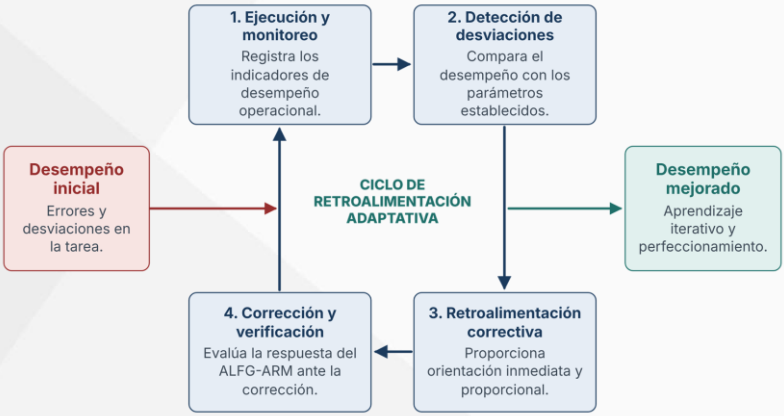
La proficiencia operacional es un estándar dinámico (v. sección 1.3.3). El aviador certificado deberá mantener y desarrollar sus competencias durante toda su carrera, y ese proceso dependerá en gran medida de la capacidad de autorregulación que haya adquirido en la Escuela de Aviación Naval.

3.4.1. Retroalimentación inmediata basada en desempeño

La retroalimentación inmediata permite al oficial alumno recibir información específica sobre su ejecución prácticamente en el momento en que actúa. El debriefing posterior conserva su valor pedagógico (v. sección 2.1.4), pero introduce una demora que reduce la eficacia del aprendizaje frente a una retroalimentación vinculada directamente a la acción que la originó.

La figura 9 describe el ciclo de retroalimentación adaptativa. El sistema registra la ejecución del oficial alumno, detecta desviaciones respecto de los parámetros esperados y genera una retroalimentación correctiva que el alumno puede incorporar durante la misma tarea, sin esperar a un intento posterior.

Figura 9. *Ciclo de retroalimentación adaptativa basada en desempeño*



Nota: Elaboración propia (2026).

3.4.2. Autorregulación del aprendizaje profesional

La autorregulación del aprendizaje profesional es la capacidad del aviador naval para dirigir de forma autónoma el desarrollo de sus competencias durante su carrera. Es un objetivo que trasciende la formación inicial, porque la proficiencia operacional requiere mantenimiento activo y actualización frente a la evolución tecnológica y doctrinaria.

Para desarrollarla, los sistemas adaptativos deben diseñarse de modo que fomenten la autonomía del oficial alumno y no su dependencia de la tecnología. Su arquitectura debe prever mecanismos que transfieran al alumno, de manera progresiva, el monitoreo y el ajuste de su propio proceso formativo, funciones que al comienzo asume sobre todo el sistema.

Esa transferencia puede organizarse reduciendo de forma planificada la frecuencia e intensidad de las intervenciones automatizadas a medida que el alumno avanza. El oficial asume así un papel más activo en la identificación de sus necesidades de práctica y en la solicitud de retroalimentación, y llega a la certificación preparado para ejercer la autorregulación por su cuenta.

3.4.3. Metacognición aplicada al análisis del desempeño en vuelo

La metacognición, es decir, la capacidad del aviador naval de reflexionar sobre sus propios procesos cognitivos y de desempeño durante tareas complejas, es una competencia crítica que las tecnologías adaptativas pueden fomentar. Wojcik et al. (2021) evaluaron la metacognición de pilotos alumnos durante el entrenamiento simulado de una maniobra exigente. Los alumnos con mayor precisión metacognitiva, entendida como la coincidencia entre su autoevaluación y el desempeño medido de forma objetiva,

mostraron una progresión más favorable a lo largo de las sesiones, lo que indica que la autoevaluación precisa facilita un aprendizaje sostenido.

Los sistemas adaptativos deberían incluir componentes orientados a desarrollar esa precisión, por ejemplo solicitando una autoevaluación antes de mostrar la evaluación objetiva del sistema. Según Wojcik et al. (2021), esta práctica favorece la competencia metacognitiva, que se vincula con la autorregulación (v. sección 3.4.2) y contribuye a formar aviadores capaces de seguir mejorando por sí mismos.

3.4.4. Sistemas predictivos de alerta temprana

Los sistemas predictivos de alerta temprana aplican la analítica de la sección 3.2.2 para identificar patrones que anticipan dificultades formativas: fatiga acumulada, sobrecarga cognitiva sostenida o brechas de competencia crecientes. La alerta llega antes de que esos patrones se traduzcan en fallas evidentes o, en el peor de los casos, en incidentes de seguridad durante la práctica.

Yang et al. (2021) muestran que estos sistemas, al comparar los patrones de desempeño con trayectorias formativas ya documentadas en la institución, emiten alertas que permiten a los instructores intervenir antes de que las dificultades se consoliden en brechas difíciles de remediar. Es una de las contribuciones más valiosas del aprendizaje adaptativo a la gestión del riesgo formativo en la Aviación Naval, donde las alertas deben canalizarse por los mecanismos de seguimiento académico previstos en la normativa de educación militar.

3.4.5. Rol del instructor como facilitador adaptativo

En el modelo adaptativo, el papel del instructor naval cambia. Pasa de transmitir contenido técnico de manera uniforme a facilitar el aprendizaje: supervisa, interpreta y complementa las decisiones del sistema, y aporta el juicio pedagógico y la sensibilidad contextual que ningún sistema puede reproducir por completo.

Rochon et al. (2025) compararon modalidades instruccionales en simuladores de vuelo. Las modalidades automatizadas fueron eficaces en aspectos como la organización del barrido visual y el procesamiento de información, pero la calidad global de la experiencia, incluidas la motivación y el compromiso del aspirante, mejoró cuando se combinaron componentes automatizados con una presencia pedagógica humana significativa. El hallazgo respalda la complementariedad entre tecnología e instructor, que se retoma en la sección 3.5.2.

En la práctica de la Escuela de Aviación Naval, este papel exige una nueva competencia: interpretar críticamente las recomendaciones del sistema, contrastarlas con la propia experiencia y decidir cuándo seguirlas y cuándo apartarse de ellas por consideraciones contextuales que el sistema no capta con la riqueza de la experiencia directa.

3.5. Implementación institucional del modelo adaptativo

La implementación sostenible del modelo adaptativo depende de condiciones organizacionales que exceden lo técnico y lo pedagógico, y que se relacionan con el marco institucional y normativo del Capítulo I. Esta sección examina las condiciones para la transformación digital, el desarrollo profesional del instructor, la integración del modelo con la normativa institucional, la sostenibilidad

y escalabilidad de la implementación y las experiencias internacionales en fuerzas armadas.

La literatura coincide en que la disponibilidad tecnológica no garantiza el éxito. Lo determinante es atender de forma sostenida las dimensiones organizacionales, culturales y de desarrollo de capacidades humanas que permiten que estas tecnologías se traduzcan en mejoras formativas reales.

3.5.1. Condiciones organizacionales para la transformación digital

La transformación digital que supone el modelo adaptativo requiere, ante todo, un compromiso explícito del alto mando naval, vinculado al Plan Estratégico de Fuerzas Armadas (v. sección 1.5.2). Sin ese compromiso, las iniciativas de innovación tienden a quedar en esfuerzos aislados que se abandonan por falta de continuidad y recursos.

Según Jarmasz et al. (2025), las condiciones más determinantes en la experiencia canadiense fueron una infraestructura tecnológica de base robusta, personal técnico capaz de mantener y actualizar los sistemas y mecanismos de gestión del cambio que acompañaran la transición desde los modelos tradicionales. Este último punto es especialmente relevante para la Aviación Naval, porque las resistencias internas pueden comprometer el éxito de la transformación.

La gestión del cambio debe designar responsables claros del proceso, en lugar de repartir la responsabilidad entre instancias sin coordinación, y fijar indicadores tempranos de avance que permitan a las autoridades ajustar la estrategia ante dificultades imprevistas, frecuentes en las primeras etapas de cualquier innovación tecnológica de esta envergadura.

3.5.2. Desarrollo profesional del instructor militar

El nuevo papel del instructor (v. sección 3.4.5) exige programas de capacitación que le den las competencias técnicas y pedagógicas necesarias para interpretar la información de los sistemas adaptativos e integrarla en su práctica, sin ceder su responsabilidad pedagógica a decisiones algorítmicas que carecen del contexto humano que aporta un instructor experimentado.

La capacitación debe atender también las preocupaciones legítimas de los instructores veteranos, como el temor a ser sustituidos o la desconfianza ante decisiones algorítmicas que no comprenden del todo. Una formación técnica suficiente genera comprensión y confianza; una adopción impuesta sin acompañamiento genera resistencias innecesarias en el equipo de instructores de la Escuela de Aviación Naval.

3.5.3. Integración del modelo adaptativo con la normativa institucional

El modelo adaptativo debe integrarse con la normativa vigente, en particular la relativa a la proficiencia operacional y a las horas mínimas de vuelo (v. sección 1.5.3). Las autoridades navales necesitan marcos regulatorios que reconozcan formalmente el valor formativo de las modalidades adaptativas y establezcan cómo se articulan con requisitos tradicionalmente expresados en horas cumplidas en un formato de instrucción. En el ordenamiento ecuatoriano, esa articulación pasa por el Reglamento de Educación Militar 2025, que remite la evaluación de las fases de vuelo a la normativa de evaluación de cada Fuerza (art. 153), y por el Manual de Educación de la Armada 2026 (v. Anexos A y B).

La tabla 10 sintetiza los componentes de esa integración normativa, como marco para que las autoridades responsables actualicen la normativa de la Escuela de Aviación Naval sin comprometer el rigor ni la verificabilidad que exige la certificación de la proficiencia operacional militar.

La actualización normativa debe resultar de una consulta que incluya a las autoridades responsables de la política institucional y a los instructores y especialistas con experiencia operacional (v. sección 2.2.4). Así, la norma resultante combina la visión estratégica con el conocimiento práctico necesario para que sea aplicable en la formación aeronaval cotidiana.

Tabla 10. *Integración del modelo adaptativo con la normativa institucional*

Componente normativo	Consideración de integración	Responsable institucional sugerido
Equivalencia de horas formativas	Criterios de conversión entre modalidad adaptativa y tradicional	Dirección General de Educación y Doctrina Naval
Validación de certificaciones	Reconocimiento formal de competencias certificadas adaptativamente	Comando de la Aviación Naval
Auditoría de sistemas adaptativos	Verificación periódica de la validez de los algoritmos empleados	Unidad de aseguramiento de la calidad institucional
Protección de datos del oficial alumno	Marco de privacidad para la información de desempeño individual	Asesoría jurídica institucional
Actualización normativa periódica	Revisión sistemática ante la evolución tecnológica del campo	Comité institucional de innovación educativa

Nota: Elaboración propia (2026).

3.5.4. Sostenibilidad y escalabilidad de la implementación

La sostenibilidad y la escalabilidad obligan a la Aviación Naval a prever, desde el inicio, los costos recurrentes de mantenimiento, actualización y soporte técnico, que se suman a la inversión de adquisición, y a planificar la expansión progresiva desde programas piloto acotados hasta una cobertura que abarque la oferta formativa de la Escuela de Aviación Naval.

Con los recursos limitados que caracterizan a muchas fuerzas aeronavales latinoamericanas, conviene una implementación escalonada que permita acumular evidencia propia sobre la eficacia y el retorno formativo antes de comprometer inversiones mayores. Este criterio de prudencia coincide con las recomendaciones sobre pilotaje curricular de la sección 2.5.2.

3.5.5. Experiencias internacionales en Fuerzas Armadas

Las fuerzas armadas que han avanzado en modelos adaptativos semejantes ofrecen lecciones valiosas para la Aviación Naval. Su transferencia exige, sin embargo, adaptarlas a las condiciones presupuestarias, organizacionales y culturales de la institución naval ecuatoriana, en lugar de adoptar sin crítica modelos concebidos para contextos con recursos muy distintos.

La figura 10 sintetiza las experiencias analizadas, en particular la de las Fuerzas Armadas Canadienses (Jarmasz et al., 2025) y la del Grupo de Investigación de la OTAN sobre el conjunto de países miembros. Ambas se emplean como referencias comparadas para orientar la hoja de ruta propia de la Aviación Naval que se desarrolla en la sección 5.5.1.

La aplicación concreta de estas lecciones en la Aviación Naval del Ecuador se ordena en dos ámbitos. En la Escuela de Aviación Naval,

el modelo adaptativo se incorpora a los cursos de formación y especialización de pilotos mediante el syllabus modular, los simuladores disponibles y los instrumentos de evaluación del Anexo G, dentro del proceso de Especialización Militar del Reglamento de Educación Militar 2025. En las unidades operacionales del Comando de la Aviación Naval, el mismo modelo sustenta los programas de reentrenamiento, recertificación y mantenimiento de la proficiencia de las tripulaciones de ala fija, ala rotatoria y sistemas aéreos no tripulados, que corresponden al proceso de Capacitación. Los marcos de Canadá y la OTAN no se aplican de manera directa: aportan criterios técnicos que se transponen a la normativa nacional según la ruta del Anexo C.

Figura 10. *Experiencias internacionales de aprendizaje adaptativo en Fuerzas Armadas*



Nota: Elaboración propia con base en Jarmasz et al. (2025) y NATO HFM RTG 237 (2018).

Reflexión de cierre

Este capítulo mostró cómo las tecnologías de aprendizaje adaptativo pueden personalizar la instrucción militar naval. Para ello, revisó sus fundamentos conceptuales, sus tecnologías habilitantes, las estrategias de personalización del entrenamiento, los mecanismos de retroalimentación y autorregulación y las condiciones para implementarlas de forma sostenible en la Aviación Naval.

El recorrido confirma la tesis que atraviesa la obra: la tecnología no sustituye el juicio pedagógico del instructor naval ni los principios de diseño instruccional del Capítulo II, pero amplifica su eficacia y permite atender la heterogeneidad individual con una escala que ningún equipo de instructores podría sostener solo con métodos manuales.

La consecuencia para la estrategia institucional es clara: la inversión más productiva no se limita a adquirir plataformas sofisticadas, sino que desarrolla en paralelo las capacidades institucionales, normativas y humanas descritas en la sección 3.5. Sin ellas, la inversión tecnológica difícilmente se traducirá en mejoras formativas sostenidas en la institución naval ecuatoriana.

El Capítulo IV aplica este modelo a la optimización del desempeño técnico y operacional del piloto naval, con atención a las capacidades técnicas esenciales, el entrenamiento psicomotor, la gestión del desempeño en escenarios críticos y la integración entre desempeño técnico y doctrinario.

PÁGINAS BRILLANTES ECUADOR
Palabras Brillantes, Mentes Creativas



CAPÍTULO 4

Optimización del desempeño técnico y operacional en la Aviación Naval

www.paginasbrillantesecuador.com

CAPÍTULO IV
Optimización del Desempeño Técnico y Operacional en la Aviación Naval

Los capítulos anteriores expusieron los fundamentos epistemológicos de la formación aeronáutica militar, los principios del diseño instruccional en el contexto naval y el modelo de aprendizaje adaptativo. Este cuarto capítulo muestra cómo esos fundamentos se traducen en la optimización del desempeño técnico y operacional del piloto naval: las capacidades técnicas esenciales, el entrenamiento psicomotor, la gestión del desempeño en escenarios críticos, la integración entre desempeño técnico y doctrina naval y el desarrollo profesional continuo que sostiene ese desempeño durante toda la carrera.

El capítulo recurre a literatura de tradiciones lingüísticas diversas, porque el conocimiento aeronáutico militar se produce en múltiples contextos institucionales que se enriquecen entre sí. Las fuentes en español, portugués e inglés reconocen los aportes de instituciones militares y académicas de Ecuador, Colombia y Brasil, así como de otras naciones hispanoamericanas y europeas, en diálogo con la literatura anglosajona que predomina en la aviación militar internacional.

El capítulo se organiza en cinco secciones. La primera describe las capacidades técnicas esenciales del piloto naval, del dominio de los sistemas de la aeronave a la especialización por plataforma. La segunda trata la optimización del entrenamiento psicomotor, con las curvas de aprendizaje y la transferencia del simulador a la aeronave. La tercera aborda la gestión del desempeño en escenarios críticos. La

cuarta analiza la integración entre desempeño técnico y doctrina naval. La quinta examina el desarrollo profesional continuo durante la carrera del aviador.

La tesis del capítulo es que el desempeño técnico y operacional del piloto naval no se optimiza atendiendo competencias técnicas aisladas. Exige integrarlas con un desarrollo psicomotor bien secuenciado, con la gestión del desempeño bajo condiciones exigentes, con la internalización de la doctrina institucional y con un compromiso sostenido con el desarrollo profesional, que la naturaleza dinámica de la proficiencia operacional impone a lo largo de toda la carrera (v. sección 1.3.3).

4.1. Capacidades técnicas esenciales del piloto naval

Las capacidades técnicas esenciales del piloto naval sostienen el conjunto de competencias operacionales, tácticas y actitudinales de la clasificación tripartita de la sección 1.3.2. Esta sección examina el dominio de los sistemas de la aeronave y de los procedimientos operacionales, la navegación aérea y la conciencia situacional, los procedimientos de emergencia y la gestión de fallas, las operaciones embarcadas con su coordinación táctica y la especialización en ala fija, ala rotatoria y sistemas no tripulados.

Su desarrollo, conforme a los principios del Capítulo II, es una construcción progresiva que va de la comprensión conceptual inicial al dominio operacional certificado mediante los estándares de proficiencia de la sección 1.3.3.

4.1.1. Dominio de sistemas de aeronaves y procedimientos operacionales

El dominio de los sistemas de la aeronave y sus procedimientos es la capacidad técnica más básica y documentada del piloto naval. No se reduce a memorizar secuencias de acción: requiere comprender los principios de funcionamiento de cada sistema, desde la propulsión y el control de vuelo hasta la aviónica, las comunicaciones y los sistemas de misión propios de cada especialidad.

Esa comprensión es más crítica a medida que las aeronaves navales incorporan sistemas automatizados e integrados digitalmente. El piloto debe dominar la operación manual y entender también la automatización: sus capacidades, sus limitaciones conocidas y las condiciones en que exige intervención manual en cualquier fase de la misión.

El aviador debe comprender, además, las interdependencias entre subsistemas, porque la falla o degradación de uno puede producir efectos en cascada sobre otros. Esa visión sistémica supera el conocimiento aislado de cada sistema y exige un enfoque formativo integrador, coherente con la arquitectura curricular modular de la sección 2.3.

4.1.2. Navegación aérea y conciencia situacional

La navegación aérea y la conciencia situacional son capacidades estrechamente ligadas. Juntas permiten al piloto naval mantener una representación mental precisa de la posición de su aeronave, su trayectoria proyectada y las condiciones del entorno: otras aeronaves, obstáculos, meteorología y, en el contexto naval, la posición y el estado de las unidades de superficie con las que coordina sus operaciones.

La figura 11 muestra los tres componentes de la conciencia situacional durante el vuelo: la percepción de los elementos relevantes del entorno, la comprensión de su significado para la misión y la proyección de su evolución probable. Su combinación sostiene las decisiones operacionales seguras en cada momento de la misión.

El diseño instruccional debe incluir ejercicios que degraden de manera progresiva la información disponible, para entrenar la capacidad de mantener una representación adecuada de la situación con datos parciales o contradictorios. Las condiciones operacionales reales rara vez ofrecen la información completa que presentan los ejercicios iniciales.

Figura 11. *Componentes de la conciencia situacional durante el vuelo*



Nota: Elaboración propia (2026).

4.1.3. Procedimientos de emergencia y gestión de fallas en vuelo

Los procedimientos de emergencia y la gestión de fallas en vuelo requieren un tratamiento pedagógico particular, porque deben desarrollarse y evaluarse sin el riesgo real que caracterizaría su

aplicación. Por eso dependen en gran medida de simuladores de alta fidelidad (v. sección 2.4.1) capaces de reproducir las fallas sin comprometer la seguridad del oficial alumno.

Su desarrollo sigue una progresión estructurada: primero la comprensión conceptual de cada tipo de falla, después la práctica repetida de los procedimientos correctivos en condiciones de complejidad creciente y, por último, escenarios que combinan fallas simultáneas o sucesivas, representativos de lo que el aviador podría enfrentar en las misiones de su especialidad.

La progresión debe desarrollar también la capacidad de priorizar entre demandas simultáneas durante una emergencia compleja. El alumno aprende a distinguir las acciones inmediatas, que requieren una respuesta automática consolidada por la práctica, de las decisiones que admiten mayor deliberación. Esta distinción se relaciona directamente con la gestión de la carga cognitiva (v. sección 1.2.2), crítica en los momentos de máxima exigencia.

4.1.4. Operaciones embarcadas y coordinación táctica naval

Las operaciones embarcadas, es decir, el despegue, el aterrizaje y la operación de helicópteros navales desde unidades de superficie, constituyen una competencia propia y exigente de la aviación naval que la distingue de la aviación militar terrestre. Se ejecutan sobre una plataforma en movimiento, en un espacio restringido y en estrecha coordinación táctica con la unidad naval.

Esa coordinación exige competencias de comunicación y trabajo colaborativo con el personal de cubierta y de control naval. Extiende los principios de gestión de recursos de tripulación (v. sección 1.4.4) a actores ajenos a la tripulación de la aeronave, como el personal de cubierta, los controladores de aproximación y el mando de la

unidad, cuya coordinación determina la seguridad de estas operaciones.

El entrenamiento para operaciones embarcadas requiere simuladores especializados que reproduzcan el movimiento de la plataforma y ejercicios prácticos supervisados por instructores calificados en esta especialidad, para que el oficial alumno adquiera de forma progresiva la confianza y la precisión que estas maniobras exigen.

4.1.5. Especialización en ala fija, ala rotatoria y sistemas no tripulados

La especialización en ala fija, ala rotatoria o sistemas aéreos no tripulados, que se concreta en los puntos de bifurcación curricular de la sección 2.3.5, exige competencias técnicas diferenciadas, porque cada modalidad tiene características técnicas, doctrinarias y de empleo táctico distintas.

El ala fija requiere dominar las características aerodinámicas y de rendimiento de aeronaves empleadas en misiones de mayor alcance, velocidad o capacidad de carga. El ala rotatoria exige competencias propias del vuelo estacionario y la maniobra a baja velocidad, esenciales en las operaciones embarcadas. Los sistemas aéreos no tripulados, en expansión dentro de la aviación naval, demandan competencias de operación remota y de gestión de sistemas autónomos o semiautónomos que superan el modelo tradicional de pilotaje desde la cabina.

La diversificación de especialidades obliga a la Escuela de Aviación Naval a planificar la distribución de oficiales alumnos entre trayectorias. Esa planificación combina las preferencias y aptitudes de cada alumno (v. Capítulo III) con las necesidades proyectadas de la

fuerza aeronaval según su planificación estratégica (v. sección 1.5.2), y requiere coordinación entre las instancias de formación y las de planificación institucional.

4.2. Optimización del entrenamiento psicomotor

La optimización del entrenamiento psicomotor aplica a las capacidades técnicas anteriores los principios de la taxonomía de Simpson (v. sección 2.1.3). Esta sección examina las curvas de aprendizaje en la adquisición de destrezas de vuelo, la transferencia del simulador a la aeronave, la automatización de procedimientos para reducir la carga cognitiva, el entrenamiento distribuido y la prevención y corrección del error operacional.

Estos principios son la base del modelo adaptativo del Capítulo III: para ajustar la dificultad, la frecuencia y la distribución de la práctica psicomotora, el sistema necesita conocer cómo se desarrollan estas destrezas.

4.2.1. Curvas de aprendizaje en la adquisición de destrezas de vuelo

Las curvas de aprendizaje describen cómo mejora el desempeño del oficial alumno con la práctica repetida de una destreza psicomotora. La literatura sobre aprendizaje motor las describe como no lineales: mejoras iniciales rápidas seguidas de una desaceleración progresiva a medida que el desempeño se acerca a la proficiencia consolidada. Este patrón orienta la distribución de las sesiones de práctica en la Aviación Naval.

Conocer las curvas de cada destreza evita expectativas uniformes e irreales sobre el ritmo de progreso. Distintas destrezas pueden tener curvas muy diferentes según su complejidad, su relación

con destrezas ya consolidadas y las características individuales del alumno (v. sección 3.3).

También ayuda a calibrar las expectativas del propio oficial alumno. Si la fase de desaceleración no se le explica como un rasgo normal de la consolidación, el aparente estancamiento puede generar frustración o una pérdida injustificada de confianza en su capacidad de alcanzar la proficiencia requerida.

4.2.2. Transferencia del simulador a la aeronave real

La transferencia del entrenamiento del simulador a la aeronave es una consideración crítica del diseño instruccional, porque la inversión en simuladores de alta fidelidad se justifica por su capacidad de producir aprendizajes que se trasladen al desempeño real, y no solo al entorno simulado (v. sección 2.4.1). Santos y Silveira (2019), en su revisión bibliográfica sobre la efectividad de los simuladores en el entrenamiento de pilotos, concluyen que la fidelidad técnica no determina por sí sola la transferencia: el papel del instructor tiene un peso considerable, sobre todo cuando los dispositivos disponibles ofrecen una fidelidad limitada.

El hallazgo es relevante para instituciones que no disponen de simuladores de la más alta fidelidad. La inversión en competencias pedagógicas del instructor, en especial en la estructuración de las sesiones de simulador y en la retroalimentación eficaz, puede compensar en parte esas limitaciones y mejorar la transferencia con recursos más modestos. La tabla 11 sintetiza los factores que la literatura identifica como determinantes de la transferencia del simulador al vuelo real.

Tabla 11. *Factores que favorecen la transferencia del simulador al vuelo real*

Factor determinante	Descripción breve	Recomendación institucional
Fidelidad de la maniobra crítica	Reproducción precisa de sensaciones clave de la tarea	Priorizar fidelidad en maniobras de mayor riesgo
Competencia pedagógica del instructor	Capacidad de estructurar y retroalimentar la práctica	Invertir en formación docente específica del instructor
Progresión de complejidad	Secuenciación gradual desde tareas simples a complejas	Diseñar escenarios de dificultad incremental planificada
Frecuencia y distribución de la práctica	Espaciamiento apropiado entre sesiones formativas	Evitar concentración excesiva o dispersión insuficiente
Similitud contextual	Correspondencia entre el entorno simulado y el real	Actualizar escenarios según condiciones operacionales vigentes

Nota: Elaboración propia (2026).

4.2.3. Automatización de procedimientos y reducción de carga cognitiva

La automatización de procedimientos que al principio se ejecutan de forma consciente es el mecanismo por el que la práctica repetida y bien estructurada libera recursos cognitivos del aviador (v. sección 1.2.2). Esos recursos quedan disponibles para otras demandas simultáneas del vuelo, decisivas en situaciones de alta exigencia o de emergencia.

Automatizar los procedimientos básicos mediante práctica deliberada permite al aviador dedicar su capacidad consciente al juicio situacional, la toma de decisiones táctica y la gestión del riesgo, que se

tratan en la sección 4.3. Se advierte así la conexión funcional entre el desarrollo psicomotor y las competencias cognitivas de orden superior.

La automatización debe gestionarse, sin embargo, para evitar la complacencia por automatización, es decir, la confianza excesiva que reduce la vigilancia sobre desviaciones o fallas. El diseño instruccional debe incluir ejercicios que mantengan activa la capacidad de intervención manual, incluso en procedimientos que la práctica ha automatizado.

4.2.4. Entrenamiento distribuido para consolidar habilidades

El entrenamiento distribuido reparte la práctica de una destreza en varias sesiones separadas en el tiempo, en lugar de concentrarla en sesiones únicas y prolongadas. La literatura sobre consolidación de destrezas motoras complejas documenta de manera consistente su mayor eficacia, lo que lo hace especialmente pertinente para los programas aeronavales.

Su aplicación obliga a equilibrar la eficiencia administrativa de las sesiones concentradas, atractiva cuando los recursos son escasos, con la superioridad pedagógica de la práctica distribuida. Una planificación que incluya repasos espaciados de destrezas ya adquiridas, en línea con la integración de experiencias progresivas de la sección 2.3.3, mejora la consolidación duradera de las competencias técnicas.

La planificación debe considerar también las restricciones del contexto aeronaval, como la disponibilidad de aeronaves y simuladores compartidos entre varias promociones. La coordinación logística resultante permite mantener una distribución pedagógicamente adecuada sin desaprovechar recursos limitados, equilibrio que

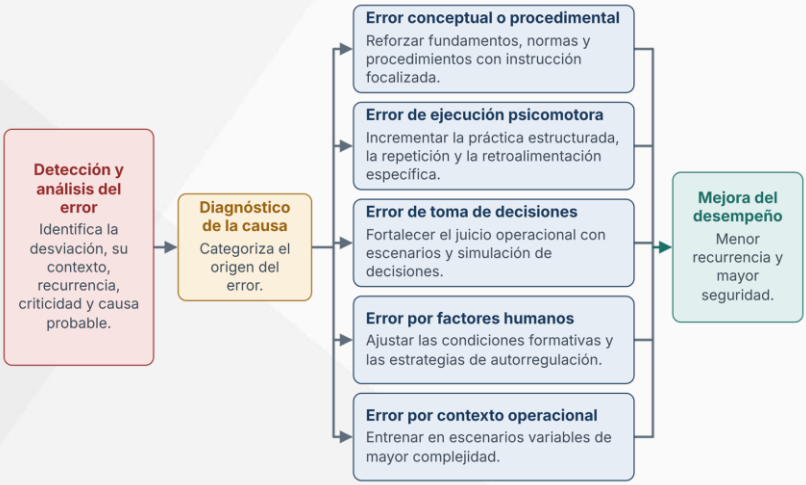
corresponde gestionar a los responsables de la planificación curricular de la Escuela de Aviación Naval.

4.2.5. Prevención y corrección sistemática del error operacional

Prevenir y corregir el error operacional exige que el instructor distinga entre los tipos de error que comete un oficial alumno durante el aprendizaje de destrezas de vuelo: errores por comprensión conceptual insuficiente del procedimiento, errores por limitaciones de coordinación psicomotora aún en desarrollo y errores por fatiga o distracción momentánea (v. sección 3.3.4). El diagnóstico determina la estrategia correctiva más eficaz.

La figura 12 presenta un proceso de prevención y corrección del error que vincula cada categoría diagnóstica con su estrategia correctiva. Ofrece a los instructores de la Escuela de Aviación Naval un marco práctico que evita respuestas genéricas, ajenas a la naturaleza del error cometido por cada alumno.

Figura 12. *Proceso de prevención y corrección del error operacional*



Nota: Elaboración propia (2026).

4.3. Gestión del desempeño en escenarios críticos

La gestión del desempeño en escenarios críticos es una de las competencias más exigentes del aviador naval y se vincula con los factores humanos de la sección 1.4, en especial la resiliencia psicológica y la toma de decisiones bajo presión. Esta sección examina el juicio situacional y la toma de decisiones en tiempo real, la gestión del riesgo operacional, el modelo de gestión de amenazas y errores aplicado a operaciones navales, la simulación de escenarios tácticos de alta complejidad y la evaluación objetiva del desempeño operacional.

La evidencia internacional sobre resiliencia bajo estrés operacional militar indica que estas competencias no son atributos innatos: pueden desarrollarse sistemáticamente mediante un diseño instruccional fundamentado.

4.3.1. Juicio situacional y toma de decisiones en tiempo real

El juicio situacional y la toma de decisiones en tiempo real son competencias cognitivas de orden superior que se apoyan en la automatización de los procedimientos básicos (v. sección 4.2.3). Liberado de la ejecución consciente, el aviador puede evaluar las alternativas y sus consecuencias en escenarios que exigen decidir rápido, con información incompleta y con consecuencias significativas para la misión.

Eneterio et al. (2020), en su análisis de la gestión de riesgos en operaciones militares, muestran que la experiencia acumulada de comandantes y responsables de procesos operacionales es determinante para identificar los riesgos de cada situación. Desarrollar el juicio situacional requiere, por tanto, además de la instrucción

formal, una exposición sistemática y graduada a escenarios de decisión representativos de las misiones navales de cada especialidad.

Los mismos autores entienden el riesgo como el producto de la probabilidad de un evento por la magnitud de sus consecuencias. La fórmula es sencilla, pero aplicarla exige estimar ambos factores con información incompleta y bajo presión de tiempo. La formación aeronaval debe desarrollar esa capacidad mediante escenarios de decisión de complejidad creciente, conforme a los principios de secuenciación del Capítulo II.

4.3.2. Gestión del riesgo operacional (ORM)

La gestión del riesgo operacional (ORM, por su sigla en inglés, Operational Risk Management) es un proceso estandarizado de decisión aeronáutica que sistematiza la identificación, evaluación y mitigación de los riesgos de una operación. Contribuye a mantener la conciencia situacional (v. sección 4.1.2) y a prevenir incidentes. Calderón Garrido (2018), en su estudio sobre la seguridad operacional en las fuerzas armadas de varios países, destaca a Ecuador como una excepción en Sudamérica por contar con un sistema de gestión de seguridad operacional más completo que el de otras naciones de la región. Esa base institucional favorece que la Aviación Naval siga desarrollando sus capacidades de gestión del riesgo.

El mismo autor subraya la necesidad de protocolos que asignen la decisión sobre el riesgo residual a cada nivel de mando y planificación, del táctico al estratégico. Para la formación aeronaval, esto implica enseñar al aviador a reconocer los límites de su autoridad sobre el riesgo y los protocolos para escalar la decisión al mando superior cuando la magnitud del riesgo lo justifique según la normativa vigente.

4.3.3. Threat and Error Management (TEM) aplicado a operaciones navales

El modelo de gestión de amenazas y errores (TEM, por su sigla en inglés, Threat and Error Management), desarrollado por Helmreich et al. (1999) a partir del análisis de operaciones de aviación comercial, parte de un supuesto realista: las tripulaciones enfrentarán amenazas externas y cometerán errores. Por eso orienta la formación no hacia una prevención absoluta e ilusoria, sino hacia la capacidad de detectar y gestionar amenazas y errores antes de que reduzcan los márgenes de seguridad.

Su aplicación a las operaciones navales exige adaptarlo a las amenazas propias del entorno aeronaval: las condiciones ambientales marítimas, las operaciones embarcadas (v. sección 4.1.4) y la coordinación táctica que estas requieren. Helmreich et al. (1999) recomiendan programas de observación sistemática del desempeño en operaciones normales para identificar los patrones recurrentes de amenazas y errores de cada institución. La Aviación Naval podría aplicar esta recomendación en sus unidades operacionales y generar así evidencia propia que fortalezca el diseño de sus programas.

La incorporación pedagógica del modelo TEM requiere que los instructores compartan un vocabulario estandarizado para hablar de amenazas y errores con sus alumnos durante el debriefing (v. sección 2.1.4). Esa terminología común evita ambigüedades y aumenta el valor formativo de estas discusiones para el desarrollo del juicio situacional (v. sección 4.3.1).

4.3.4. Simulación de escenarios tácticos de alta complejidad

La simulación de escenarios tácticos de alta complejidad integra las competencias técnicas, de juicio situacional y de gestión del riesgo en contextos que reproducen la exigencia de las misiones

navales. Es la culminación práctica del proceso formativo, porque permite comprobar que el oficial alumno combina esas competencias tal como lo exigirá su desempeño operacional.

La tabla 12 sintetiza los componentes del modelo TEM y su aplicación al diseño de estos escenarios, como marco para que los diseñadores curriculares de la Escuela de Aviación Naval lo incorporen a sus programas.

El diseño de estos escenarios debe gestionar la carga psicológica que genera la complejidad simulada, sobre todo en las primeras exposiciones. Los instructores deben calibrar la progresión de dificultad según los principios de personalización del Capítulo III y evitar que una exposición prematura erosione la confianza del alumno antes de que consolide las competencias que el escenario combina.

Tabla 12. *Componentes del modelo Threat and Error Management (TEM)*

Componente del modelo	Descripción breve	Aplicación en escenarios de simulación
Amenazas externas	Factores del entorno que exigen gestión activa	Incorporación de condiciones ambientales y tácticas adversas
Errores de tripulación	Acciones u omisiones durante la ejecución de la misión	Diseño de puntos de decisión que permitan errores formativos seguros
Estados no deseados de la aeronave	Consecuencias de amenazas o errores no gestionados	Escenarios de recuperación desde condiciones degradadas
Contramedidas de gestión	Estrategias empleadas para mitigar amenazas y errores	Evaluación explícita de la aplicación apropiada de contramedidas
Resultado final de la gestión	Desenlace seguro, incidente o consecuencia mayor	Retroalimentación estructurada sobre la cadena causal completa

Nota: Elaboración propia (2026).

4.3.5. Evaluación objetiva del desempeño operacional

La evaluación objetiva del desempeño en escenarios críticos requiere métodos más complejos que la certificación de competencias técnicas aisladas. Debe valorar a la vez la precisión técnica de la ejecución, la calidad del juicio situacional, la eficacia de las decisiones en las condiciones del escenario y la coordinación con la tripulación o con otras unidades.

Esta evaluación debe apoyarse, conforme a los principios de validación de la sección 2.5, en criterios de desempeño observable claramente especificados y aplicados de manera uniforme por los distintos evaluadores. Así se evita una subjetividad que comprometería la validez de la certificación y la confianza de los oficiales alumnos en la equidad de los procesos que deciden su progresión. El Capítulo V y el Anexo G desarrollan estos instrumentos, que deben expresarse en la escala de calificaciones del Reglamento de Educación Militar 2025 (art. 147).

En los escenarios más críticos conviene emplear varios evaluadores independientes. La comparación de sus juicios reduce el riesgo de sesgos individuales y fortalece la confiabilidad de las certificaciones de proficiencia que emite la institución.

4.4. Integración del desempeño técnico y doctrinario

La integración entre el desempeño técnico y la doctrina militar naval es un rasgo distintivo de la formación aeronaval, ligado a la especificidad epistemológica del saber aeronáutico militar (v. sección 1.1.2). Esta sección examina la articulación entre pericia aeronáutica y doctrina naval, el liderazgo y la disciplina en operaciones aéreas, la ética profesional y la responsabilidad operacional, el trabajo

interdisciplinario con la tripulación y el personal de mantenimiento y la consolidación de la identidad profesional del aviador naval.

La proficiencia técnica, por alta que sea, no garantiza por sí sola el desempeño profesional integral que las fuerzas armadas exigen a sus oficiales aviadores.

4.4.1. Articulación entre pericia aeronáutica y doctrina militar naval

Articular la pericia aeronáutica con la doctrina naval exige que el aviador comprenda cómo sus decisiones técnicas se insertan en un contexto operacional gobernado por principios doctrinarios sobre el empleo de los medios aeronavales. No basta con ejecutar bien: el aviador debe entender el propósito estratégico y táctico al que sirve su ejecución.

En la práctica de la Escuela de Aviación Naval, esto supone complementar los contenidos técnicos con contenidos doctrinarios que permitan al oficial alumno comprender el marco institucional de su futuro desempeño, en coherencia con la articulación entre formación académica y especialización operativa de la sección 1.5.5.

Los instructores de formación técnica necesitan, a su vez, una comprensión doctrinaria sólida para contextualizar cada contenido en el marco operacional y estratégico. De lo contrario, los procedimientos aeronáuticos se enseñan como fines en sí mismos y no como medios al servicio de los propósitos que define la doctrina naval.

4.4.2. Liderazgo y disciplina en operaciones aéreas

El liderazgo y la disciplina en operaciones aéreas trascienden el desempeño técnico individual. Requieren la capacidad de ejercer mando sobre tripulaciones o unidades y la internalización de los

principios de disciplina que garantizan la cohesión y la efectividad de la fuerza aeronaval. González Ramírez y Velásquez Peláez (2023), en su análisis del liderazgo ético en el ejercicio del mando militar en una institución de formación de oficiales, sostienen que ese liderazgo debe apoyarse en principios y valores que orienten la actuación del líder y que se vinculan con dimensiones filosóficas, antropológicas, pedagógicas y didácticas de la formación militar.

Los mismos autores conciben la disciplina militar no como una imposición externa de normas, sino como una forma ordenada de vida construida sobre el respeto propio y hacia los demás. Para la Escuela de Aviación Naval, esto significa abordar el liderazgo y la disciplina con estrategias que vayan más allá de la instrucción normativa y ofrezcan experiencias que permitan al oficial alumno internalizar esos valores.

El desarrollo del liderazgo debe seguir una progresión gradual de responsabilidades de mando: primero sobre tareas acotadas y, a medida que el alumno demuestra madurez y juicio, sobre ámbitos más amplios. Es la aplicación al liderazgo de los principios de secuenciación del Capítulo II.

4.4.3. Ética profesional y responsabilidad operacional

La ética profesional y la responsabilidad operacional adquieren especial relevancia en el contexto militar. La sección 1.5.4 anticipó la necesidad de abordar las particularidades éticas de la formación naval, que aquí se retoman desde la perspectiva operacional.

González Ramírez y Velásquez Peláez (2023) señalan que la formación ética debe incluir el marco del derecho internacional humanitario aplicable a las operaciones militares y la responsabilidad asociada a decisiones de gran impacto. Para el aviador naval, cuyas decisiones técnicas y tácticas pueden afectar la seguridad de terceros

y el cumplimiento de la misión, la responsabilidad ética es un componente indispensable, y no accesorio, del perfil que la Escuela de Aviación Naval debe formar.

La formación ética debe preparar también para dilemas profesionales concretos, como las situaciones en que la presión por cumplir la misión parece entrar en conflicto con la seguridad operacional. El oficial alumno debe aprender a reconocer y gestionar esas tensiones y a priorizar los principios éticos y de seguridad frente a las presiones circunstanciales.

4.4.4. Trabajo interdisciplinario entre el piloto naval y los TMA de mantenimiento

El trabajo interdisciplinario entre el piloto naval y el personal técnico de mantenimiento de aeronaves (TMA), responsable de garantizar la aeronavegabilidad, trasciende los límites de la cabina y prolonga los principios de gestión de recursos de tripulación (v. sección 1.4.4). O'Connor et al. (2012), en su evaluación de la efectividad de estos programas en la aviación naval, identifican la calidad de la comunicación y la coordinación entre todos los actores de una operación como uno de los factores más asociados a la prevención de incidentes.

La figura 13 representa la interacción entre el piloto, la tripulación y el personal de mantenimiento, actores con competencias y responsabilidades diferenciadas cuya coordinación determina la seguridad y la efectividad de la aviación naval. La formación del aviador debe incluir, por tanto, competencias de comunicación con estos actores y no solo competencias de pilotaje aisladas de su contexto organizacional.

Figura 13. *Interacción entre piloto, tripulación y personal de mantenimiento*



Nota: Elaboración propia con base en O'Connor et al. (2012).

4.4.5. Consolidación de la identidad profesional del aviador naval

La consolidación de la identidad profesional del aviador naval integra las dimensiones técnicas, doctrinarias, éticas y colaborativas de esta sección. Es el resultado formativo último que la Escuela de Aviación Naval debe garantizar: la pericia técnica unida a un sentido genuino de pertenencia institucional y de compromiso profesional.

Esa identidad se construye durante toda la trayectoria formativa, desde el ingreso hasta la certificación. Requiere articular los componentes curriculares de modo que la formación no se perciba como una suma fragmentada de competencias, sino como una experiencia integrada que permita al oficial alumno comprender su futuro papel como aviador de la Armada del Ecuador. El tema se desarrolla en la sección 5.5.5.

La identidad se fortalece también con los rituales y tradiciones de la cultura naval, como las ceremonias de graduación, los distintivos de la especialidad aeronáutica y los espacios de encuentro entre generaciones de aviadores. Aunque no forman parte del currículo formal, contribuyen al sentido de pertenencia que complementa las competencias técnicas y doctrinarias evaluadas.

4.5. Desarrollo profesional continuo

El desarrollo profesional continuo sostiene el desempeño del aviador naval durante toda su carrera, más allá de la formación inicial, y se apoya en la concepción dinámica de la proficiencia operacional (v. sección 1.3.3). En el ordenamiento ecuatoriano, este desarrollo corresponde a los procesos de Capacitación y Especialización Militar normados en los artículos 6, 93, 94 y 101 del Reglamento de Educación Militar 2025 y en los artículos 88, 94 y 95 de la Ley Orgánica de Personal y Disciplina de las Fuerzas Armadas (LOPDFA), y debe respetar el perfil profesional y el plan de carrera que esa ley establece. Esta sección examina los programas de reentrenamiento y recertificación, la prevención del deterioro de capacidades por desuso, la actualización tecnológica, la gestión del conocimiento entre generaciones de pilotos y la cultura organizacional de mejora continua.

La formación inicial, por rigurosa que sea, es solo el punto de partida de una trayectoria profesional que debe sostenerse activamente y que exige compromisos institucionales permanentes.

4.5.1. Programas de reentrenamiento y recertificación periódica

Los programas de reentrenamiento y recertificación periódica verifican que el aviador naval mantenga, a lo largo de su carrera, el nivel de proficiencia que estableció su certificación inicial. La proficiencia no es un logro estático, sino una condición dinámica que requiere

mantenimiento activo y verificación periódica. La normativa de la Autoridad de Aviación Militar del Reino Unido sobre vigencia operacional y entrenamiento de continuación (UK MAA, RA 2103) ofrece un marco de referencia comparada. Dispone que las autoridades responsables de la aeronavegabilidad militar fijen requisitos mínimos de actividad para cada tipo de aeronave y función operacional, con el fin de reducir el riesgo de degradación de competencias a un nivel tan bajo como sea razonablemente practicable y tolerable.

La misma normativa regula la recuperación de la vigencia perdida por inactividad prolongada mediante vuelos de verificación supervisados antes de retomar plenamente las funciones operacionales. Este enfoque gradual y verificable puede servir de referencia para los protocolos que defina la Aviación Naval. En la Aviación Naval del Ecuador, estas referencias se aplican en dos niveles. En las unidades operacionales del Comando de la Aviación Naval, los programas de reentrenamiento y recertificación se integran al plan de adiestramiento de cada escuadrón y a la normativa de evaluación de vuelo de la Fuerza, a la que el Reglamento de Educación Militar 2025 remite la regulación de las fases de vuelo (art. 153). En la Escuela de Aviación Naval, los cursos de recertificación se diseñan y registran como procesos de Capacitación. Los umbrales británicos no se adoptan de forma directa: el Comando de la Aviación Naval fija los valores propios por tipo de aeronave y función, según la ruta de transposición del Anexo C.

4.5.2. Prevención del deterioro de capacidades por desuso operacional

La prevención del deterioro de capacidades por desuso, fenómeno bien documentado en la literatura sobre mantenimiento de destrezas psicomotoras complejas, exige sistemas que registren los

períodos de inactividad operacional de cada aviador. El objetivo es detectar a tiempo los casos en que la inactividad pueda comprometer la proficiencia certificada, antes de que el deterioro se manifieste en una operación real. La tabla 13 sintetiza los factores asociados al deterioro de capacidades operacionales identificados en la literatura internacional, como base para que la Dirección General de Talento Humano (DIGTAH) y el Comando de la Aviación Naval diseñen políticas de prevención fundamentadas en evidencia.

La detección del riesgo de deterioro puede apoyarse en los sistemas predictivos de alerta temprana (v. sección 3.4.4). Las tecnologías adaptativas concebidas para la formación inicial pueden adaptarse al seguimiento de la proficiencia durante toda la carrera, lo que amplía su valor institucional.

Tabla 13. *Factores asociados al deterioro de capacidades operacionales*

Factor de deterioro	Descripción breve	Estrategia institucional de prevención
Período de inactividad prolongada	Ausencia sostenida de práctica operacional real	Establecimiento de umbrales máximos de inactividad tolerable
Complejidad de la destreza afectada	Mayor vulnerabilidad de tareas psicomotoras complejas	Priorización de recertificación según complejidad de la tarea
Frecuencia insuficiente de práctica	Espaciamiento excesivo entre sesiones de mantenimiento	Calendarización institucional de sesiones periódicas mínimas
Cambio de plataforma o especialidad	Transferencia incompleta de competencias entre sistemas	Programas específicos de transición entre especialidades
Ausencia de monitoreo sistemático	Falta de visibilidad institucional sobre vigencia individual	Sistemas digitales de seguimiento de proficiencia individual

Nota: Elaboración propia (2026).

4.5.3. Actualización tecnológica permanente

La actualización tecnológica permanente es una exigencia creciente del desarrollo profesional del aviador naval, dado el ritmo de evolución del campo aeronáutico militar y la incorporación de sistemas cada vez más automatizados e integrados en las aeronaves navales.

La Escuela de Aviación Naval necesita mecanismos estables de capacitación continua que acompañen la evolución de las plataformas y sistemas operacionales, para que el conocimiento técnico de sus aviadores no quede desactualizado. Esa actualización debe alcanzar tanto al equipo de instructores (v. sección 3.5.2) como a los aviadores en servicio activo.

Requiere además una vigilancia tecnológica sistemática de las tendencias de la aviación militar internacional, en particular la inteligencia artificial y los sistemas autónomos que se analizan en el Capítulo V. Así, la institución puede anticipar las necesidades formativas antes de que esas tecnologías lleguen a sus plataformas.

4.5.4. Gestión del conocimiento entre generaciones de pilotos navales

La gestión del conocimiento entre generaciones de pilotos navales tiene una importancia estratégica. La experiencia operacional de los aviadores de mayor trayectoria es un recurso valioso que, sin mecanismos de captura y transferencia, se pierde a medida que esos pilotos pasan al retiro, sin que su conocimiento tácito llegue a las nuevas generaciones.

La tabla 14 sintetiza estrategias para gestionar ese conocimiento y ofrece a la Aviación Naval un marco práctico para capturar la experiencia de sus aviadores más veteranos y transferirla de forma sistemática, más allá de la transmisión oral informal.

La gestión del conocimiento debe considerar también la diversidad generacional del equipo de instructores y aviadores. Los oficiales más jóvenes, familiarizados desde temprano con las tecnologías digitales, aportan perspectivas útiles sobre la incorporación de nuevas herramientas formativas. Se produce así un intercambio bidireccional que enriquece tanto la experiencia acumulada de los veteranos como la competencia tecnológica de los recién incorporados.

Tabla 14. *Estrategias para la gestión del conocimiento institucional*

Estrategia institucional	Descripción breve	Beneficio institucional esperado
Programas formales de mentoría	Acompañamiento estructurado de aviadores navales experimentados a nuevos pilotos	Transferencia sistemática de experiencia tácita acumulada
Documentación de lecciones aprendidas	Registro sistemático de experiencias operacionales significativas	Preservación institucional del conocimiento ante rotación de personal
Entrevistas de salida estructuradas	Captura de conocimiento antes del retiro del servicio activo	Reducción de la pérdida de capital humano institucional
Comunidades de práctica entre instructores	Espacios de intercambio sistemático de experiencia pedagógica	Fortalecimiento colectivo de la capacidad institucional docente
Integración con sistemas de aprendizaje adaptativo	Incorporación de conocimiento experto en algoritmos institucionales	Escalabilidad del conocimiento experto examinada en el Capítulo III

Nota: Elaboración propia (2026).

4.5.5. Cultura organizacional de mejora continua

La cultura organizacional de mejora continua es el fundamento institucional sobre el que se sostienen los mecanismos de

reentrenamiento, prevención del deterioro, actualización tecnológica y gestión del conocimiento descritos en esta sección.

Esa cultura requiere que la Aviación Naval consolide valores y prácticas compartidas que favorezcan el aprendizaje durante toda la carrera, la incorporación sistemática de evidencia y lecciones aprendidas en sus programas y la actualización permanente que exige el campo aeronáutico militar. El Capítulo V examina los sistemas de evaluación, investigación e innovación que sostienen esta cultura en la formación aeronaval ecuatoriana.

Las autoridades navales de más alto nivel deben modelar estos valores con su propia conducta, reconociendo tanto los logros como las áreas de mejora que revelan los procesos de evaluación curricular (v. sección 2.5.4). Solo así la búsqueda honesta de mejora se percibe como una fortaleza institucional y no como una admisión de debilidad que desaliente la transparencia.

Reflexión de cierre

Este capítulo mostró cómo los fundamentos conceptuales y tecnológicos de la obra se traducen en la optimización del desempeño técnico y operacional del piloto naval. Recorrió las capacidades técnicas esenciales, el entrenamiento psicomotor, la gestión del desempeño en escenarios críticos, la integración entre desempeño técnico y doctrina naval y el desarrollo profesional continuo.

El recorrido, apoyado en fuentes en español, portugués e inglés, confirma que la optimización del desempeño aeronaval requiere integrar las dimensiones técnicas, cognitivas, doctrinarias y éticas, algo que ningún enfoque parcial logra por sí solo.

Las fuentes revelan también principios convergentes que trascienden las particularidades de cada contexto. La Aviación Naval puede beneficiarse del diálogo con esas tradiciones sin perder la especificidad institucional que el principio de contextualización exige preservar.

El Capítulo V aborda la evaluación integral del desempeño profesional, la investigación aplicada como motor de innovación educativa militar, la innovación tecnológica al servicio de la instrucción, el impacto estratégico del modelo adaptativo y la prospectiva institucional para la Aviación Naval.

PÁGINAS BRILLANTES ECUADOR
Palabras Brillantes, Mentes Creativas



CAPÍTULO 5

Evaluación, investigación e innovación en la formación Aeronáutica Naval

www.paginasbrillantesecuador.com

CAPÍTULO V
Evaluación, Investigación e Innovación en la Formación Aeronáutica Naval

Los capítulos anteriores trataron los fundamentos epistemológicos de la formación aeronáutica militar, el diseño instruccional en el contexto naval, el modelo de aprendizaje adaptativo y la optimización del desempeño técnico y operacional del piloto naval. Este último capítulo integra esos contenidos y los proyecta hacia el futuro institucional. Examina la evaluación integral del desempeño profesional, la investigación aplicada como motor de innovación educativa militar, la innovación tecnológica al servicio de la instrucción, el impacto estratégico del modelo adaptativo y la prospectiva para la Aviación Naval.

El capítulo incorpora aportes de investigadores ecuatorianos y latinoamericanos que han estudiado la formación militar desde la perspectiva regional, en diálogo con la literatura internacional, mayoritariamente anglosajona, que orientó buena parte del desarrollo conceptual de la obra.

Las fuentes regionales, en particular las de instituciones militares ecuatorianas, responden al propósito de la obra: ofrecer a instructores y diseñadores curriculares un marco aplicable en su propia institución y no una mera transferencia de modelos concebidos para realidades ajenas a la Aviación Naval.

El capítulo se organiza en cinco secciones. La primera aborda la evaluación integral del desempeño del aviador naval, desde los criterios de desempeño observable hasta el aseguramiento de la calidad del entrenamiento. La segunda trata la investigación aplicada,

con las líneas institucionales de investigación y la producción científica en pedagogía militar aeronáutica. La tercera examina la innovación tecnológica, en especial la inteligencia artificial, el análisis de grandes volúmenes de datos y la realidad virtual y aumentada. La cuarta valora el impacto estratégico del modelo adaptativo. La quinta formula la prospectiva institucional que reúne las recomendaciones de la obra.

La tesis de cierre es que la optimización sostenible de las competencias técnicas y militares en la Aviación Naval exige capacidades permanentes de evaluación rigurosa, investigación aplicada e innovación tecnológica gestionada, articuladas en una visión estratégica de mediano y largo plazo.

Ninguna de las recomendaciones de la obra es una fórmula definitiva. Son un punto de partida sólido que la Aviación Naval debe enriquecer y ajustar con su propia experiencia, conforme al principio de mejora continua (v. sección 4.5.5).

5.1. Evaluación integral del desempeño profesional

La evaluación integral del desempeño, que prolonga los principios de evaluación objetiva de la sección 4.3.5, es el mecanismo con el que la Aviación Naval verifica que sus egresados poseen las competencias técnicas, tácticas y actitudinales descritas en la obra. Esta sección aborda la evaluación basada en criterios de desempeño observable, los instrumentos de calificación de vuelo y su validez psicométrica, la evaluación integral de capacidades técnicas, prácticas y actitudinales, los estándares de proficiencia operacional y el aseguramiento de la calidad del entrenamiento.

La validez de cualquier certificación de proficiencia depende de la solidez metodológica de sus instrumentos. Por eso la Aviación Naval necesita un compromiso sostenido con la calidad técnica de sus

sistemas de evaluación, que en el sistema de educación militar corresponden al componente de Evaluación Académica del Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025.

La evaluación es también el mecanismo con el que las recomendaciones de los capítulos anteriores se contrastan con la práctica cotidiana de la Escuela de Aviación Naval, y cierra así el ciclo entre la formulación conceptual y su verificación.

5.1.1. Evaluación basada en criterios de desempeño observable

La evaluación basada en criterios de desempeño observable, coherente con el paradigma de formación por competencias (v. sección 1.1.5), exige que la Escuela de Aviación Naval especifique los comportamientos concretos y verificables que evidencian cada competencia. Los criterios ambiguos o demasiado generales son difíciles de aplicar de manera uniforme entre evaluadores.

Los criterios deben articularse con la clasificación tripartita de capacidades técnicas, tácticas y actitudinales (v. sección 1.3.2), de modo que cada dimensión del perfil del aviador naval cuente con criterios propios y diferenciados, en lugar de una evaluación genérica que no distinga entre las competencias que configuran la proficiencia certificada.

La formulación de estos criterios debe contar con instructores experimentados, cuyo conocimiento tácito sobre lo que constituye un desempeño satisfactorio en cada competencia es insustituible. Su participación refuerza además la legitimidad de los criterios, porque reflejan el consenso profesional del equipo que los aplicará.

5.1.2. Instrumentos de calificación de vuelo y validez psicométrica

Los instrumentos de calificación de vuelo con que se certifica la proficiencia requieren un desarrollo metodológico riguroso que asegure su validez, es decir, que midan las competencias que pretenden evaluar, y su confiabilidad, es decir, que produzcan resultados consistentes con independencia del evaluador. Draheim et al. (2025), en su estudio sobre la evaluación de habilidades psicomotoras de alto riesgo en la selección de aviadores navales, subrayan la necesidad de actualizar estos instrumentos ante los riesgos para la validez que plantea la creciente disponibilidad de recursos de preparación informales, lo que exige revisiones periódicas.

Benatuil y Castro Solano (2007), en su estudio sobre los predictores del rendimiento de cadetes militares argentinos, muestran las limitaciones de confiabilidad de instrumentos psicométricos aplicados a poblaciones militares sin validación específica para su contexto. La advertencia es pertinente para la Aviación Naval: todo instrumento que adopte debe validarse en el contexto ecuatoriano, en lugar de presumir la validez de instrumentos diseñados para otras poblaciones.

Muchos instrumentos de evaluación aeronáutica militar disponibles en el mercado se diseñaron para fuerzas armadas de países con recursos y características poblacionales muy distintos. Conviene, por ello, que la Aviación Naval destine recursos a su validación local antes de generalizar su uso. La inversión inicial se compensa con certificaciones más confiables y válidas. La tabla 15 resume los principales instrumentos para evaluar el desempeño en vuelo.

Tabla 15. *Instrumentos para la evaluación del desempeño en vuelo*

Tipo de instrumento	Propósito principal	Consideración de validez
Listas de verificación de procedimientos	Verificación de ejecución técnica estandarizada	Alta validez de contenido si se deriva del análisis de tareas
Escalas de calificación conductual	Evaluación graduada de la calidad de ejecución	Requiere calibración entre evaluadores institucionales
Pruebas de escenario simulado	Evaluación integrada de competencias múltiples	Validez ecológica dependiente de la fidelidad del simulador
Instrumentos de autoevaluación	Desarrollo de la metacognición del oficial alumno	Complementario, no sustituto, de la evaluación experta
Registros longitudinales de desempeño	Seguimiento de la trayectoria formativa individual	Permite verificar consistencia y progresión temporal

Nota: Elaboración propia (2026).

5.1.3. Evaluación integral de capacidades técnicas, prácticas y actitudinales

La evaluación integral de las capacidades técnicas, prácticas y actitudinales exige instrumentos complementarios para cada dimensión. Reducir la evaluación del aviador naval a una calificación agregada impide distinguir las fortalezas y debilidades de cada dimensión del perfil.

La evaluación debe considerar también la interdependencia entre dimensiones (v. sección 4.4). Un aviador puede mostrar gran competencia técnica y debilidades actitudinales significativas, o a la inversa. Los procesos evaluativos deben producir información lo

bastante granular para orientar las decisiones de desarrollo profesional continuo (v. sección 4.5).

Esa granularidad es útil también para asignar la especialidad (v. sección 4.1.5). Permite a las autoridades considerar el perfil de fortalezas de cada oficial alumno al decidir su trayectoria, en lugar de basarse en una calificación agregada que oculta las dimensiones más relevantes para cada especialidad.

5.1.4. Estándares de proficiencia operacional

Los estándares de proficiencia operacional que verifica la evaluación, coherentes con la concepción dinámica de la proficiencia (v. sección 1.3.3), deben especificarse con precisión y documentarse de forma pública. Así, evaluadores y oficiales alumnos saben qué nivel de desempeño se exige para certificar cada etapa de la trayectoria formativa. Esos estándares deben expresarse, además, en la escala de calificaciones (art. 147) y respetar las calificaciones mínimas de aprobación (art. 151) del Reglamento de Educación Militar 2025.

Los estándares institucionales deben articularse con los estándares internacionales de referencia (v. sección 1.3.5), desarrollados por organismos internacionales y por fuerzas aeronavales de larga trayectoria. Esa articulación favorece que la certificación otorgada por la institución naval ecuatoriana tenga reconocimiento y equivalencia en el contexto de interoperabilidad que exigen las operaciones conjuntas. Los estándares extranjeros, sin embargo, no rigen por sí mismos: se incorporan por medio de la normativa nacional, según la ruta del Anexo C.

La articulación internacional facilita también la participación de aviadores navales ecuatorianos en programas de intercambio, capacitación conjunta o cooperación bilateral, para los que la

certificación nacional debe ser comprensible y comparable para las instituciones extranjeras.

5.1.5. Aseguramiento de la calidad del entrenamiento

El aseguramiento de la calidad del entrenamiento aeronaval integra las dimensiones evaluativas de esta sección. Exige que la Escuela de Aviación Naval cuente con mecanismos de verificación continua que vayan más allá de la evaluación individual y valoren la calidad del programa en su conjunto, en conexión con la evaluación curricular de la sección 2.5.4.

La figura 14 presenta un sistema integral de aseguramiento de la calidad con cuatro niveles de evaluación: la individual del Alférez de Fragata (ALFG-ARM) en formación, la de la promoción, la institucional del programa y la de la transferencia al desempeño operacional en las unidades.

El sistema necesita mecanismos de retroalimentación entre niveles, de modo que los hallazgos de la evaluación institucional ajusten los criterios de evaluación individual (v. sección 5.1.1). Así se cierra un ciclo de mejora continua que conecta todos los niveles en un sistema integrado.

Figura 14. *Sistema de aseguramiento de la calidad del entrenamiento aeronáutico*



Nota: Elaboración propia (2026).

5.2. Investigación aplicada como motor de innovación educativa militar

La investigación aplicada es el mecanismo con el que las instituciones de formación aeronáutica militar generan y validan el conocimiento que sostiene la mejora continua. Esta sección examina las líneas institucionales de investigación que podría desarrollar la Aviación Naval, la investigación-acción para la mejora del entrenamiento, la producción científica en pedagogía militar aeronáutica, la innovación tecnológica basada en evidencia y la ética de la investigación con personal militar.

Como la transferencia acrítica de modelos formativos ajenos resulta inapropiada, la Aviación Naval necesita capacidades propias para generar evidencia que fundamente sus decisiones curriculares.

5.2.1. Líneas institucionales de investigación aeronáutica

Definir líneas institucionales de investigación aeronáutica permitiría a la Aviación Naval concentrar sus limitados recursos de investigación en las áreas de mayor relevancia y evitar la dispersión propia de las instituciones sin una agenda priorizada.

Estas líneas podrían seguir las cinco dimensiones de la obra. Entre ellas cabe mencionar la eficacia del modelo adaptativo del Capítulo III en el contexto ecuatoriano, las curvas de aprendizaje psicomotor de los oficiales alumnos de la Aviación Naval (v. sección 4.2.1) y la eficacia comparada de distintas estrategias de transferencia del simulador al vuelo real con los recursos tecnológicos y presupuestarios de la institución.

Su formalización exige asignar responsabilidades claras para coordinarlas, de modo que la investigación no dependa de iniciativas individuales sin respaldo estructural, en línea con la designación de responsables de la gestión del cambio (v. sección 3.5.1).

5.2.2. Investigación-acción para la mejora del entrenamiento

La investigación-acción articula ciclos sucesivos de diagnóstico, intervención, observación y reflexión con los que la propia institución genera conocimiento útil para sus decisiones formativas, sin depender solo de investigaciones externas ajenas al contexto operacional. Toro Sánchez (2013), en su estudio sobre la metodología de los docentes militares del primer año de la Escuela Superior Militar Eloy Alfaro y su incidencia en el rendimiento académico, ofrece un

ejemplo de este tipo de investigación institucional. Encontró que el predominio de metodologías expositivas tradicionales, frente a estrategias activas como el estudio de caso o los talleres prácticos, se asociaba de forma significativa con un rendimiento académico insatisfactorio.

El hallazgo, obtenido en el propio contexto militar ecuatoriano, sugiere que estudios similares en la Escuela de Aviación Naval podrían aportar evidencia valiosa sobre las metodologías de sus instructores y orientar la capacitación docente con datos propios, en lugar de presumir la eficacia de las prácticas tradicionales.

La investigación-acción podría extenderse a la eficacia comparada de las estrategias didácticas de la sección 2.4, como el estudio de casos, los ejercicios prácticos y el entrenamiento presencial supervisado. Así se complementaría la evidencia internacional con conocimiento propio sobre lo que funciona en el contexto cultural y organizacional de la formación aeronaval ecuatoriana.

5.2.3. Producción científica en pedagogía militar aeronáutica

La producción científica en pedagogía militar aeronáutica proyecta la investigación interna hacia la comunidad académica y militar mediante publicaciones formales. La Aviación Naval podría desarrollarla de forma progresiva y contribuir al conocimiento internacional sobre formación aeronáutica militar, que esta obra ha recogido en fuentes de Ecuador, Colombia y Brasil, así como de otras naciones hispanoamericanas y europeas.

La tabla 16 sintetiza líneas potenciales de producción científica para la Aviación Naval y las vincula con oportunidades de contribución académica que reforzarían a la vez el prestigio institucional y la base de evidencia para futuras decisiones curriculares.

Esta producción podría apoyarse en revistas latinoamericanas especializadas en educación militar ya consolidadas, como las de Colombia y Argentina citadas en esta obra, en lugar de crear nuevos medios de publicación.

Tabla 16. *Líneas de producción científica en pedagogía militar aeronáutica*

Línea de producción científica	Vinculación con esta obra	Potencial contribución institucional
Efectividad del aprendizaje adaptativo naval	Capítulo III de esta obra	Evidencia empírica propia sobre personalización institucional
Curvas de aprendizaje psicomotor específicas	Sección 4.2.1 de esta obra	Calibración institucional de secuencias formativas
Transferencia simulador-vuelo en contexto ecuatoriano	Sección 4.2.2 de esta obra	Optimización de inversión en recursos tecnológicos
Gestión de amenazas y errores en operaciones embarcadas	Sección 4.3.3 de esta obra	Adaptación regional del modelo TEM internacional
Desarrollo profesional continuo del aviador naval	Sección 4.5 de esta obra	Fortalecimiento de políticas de recertificación institucional

Nota: Elaboración propia (2026).

5.2.4. Innovación tecnológica basada en evidencia

La innovación tecnológica basada en evidencia exige que las decisiones de inversión de la Aviación Naval se apoyen en datos sobre eficacia formativa y no solo en las tendencias tecnológicas generales que describe la literatura internacional.

El principio es especialmente relevante para la implementación progresiva del modelo adaptativo del Capítulo III. Cada fase de expansión debería acompañarse de una evaluación rigurosa de su

eficacia en la Escuela de Aviación Naval antes de pasar a fases de mayor alcance y costo.

El mismo criterio vale para las tecnologías emergentes de la sección 5.3, como la inteligencia artificial, la realidad virtual o el análisis de grandes volúmenes de datos. La Aviación Naval no debería adoptar tecnologías atractivas sin evidencia de su valor formativo en su propio contexto.

5.2.5. Ética de la investigación con personal militar

La investigación con personal militar plantea exigencias éticas propias, vinculadas a la ética profesional de la sección 4.4.3. La principal es garantizar que la participación de oficiales alumnos y aviadores sea voluntaria y no afecte su evaluación formal.

La Aviación Naval necesita protocolos que separen la investigación aplicada de la evaluación certificadora (v. sección 5.1), de modo que ningún oficial alumno o aviador sienta presión, real o percibida, para participar en investigaciones que puedan influir en su trayectoria formativa o profesional.

Los protocolos deben proteger también la confidencialidad de los datos individuales de desempeño usados en la investigación y la identidad de los participantes en cualquier publicación. La exigencia es mayor cuando se analizan datos de los sistemas adaptativos del Capítulo III, cuya granularidad podría comprometer la privacidad sin las salvaguardas del Anexo D.

5.3. Innovación tecnológica al servicio de la instrucción

Esta sección aborda la innovación tecnológica desde una perspectiva prospectiva, centrada en las tecnologías emergentes que podrían influir en la formación aeronaval en los próximos años.

Examina la inteligencia artificial aplicada al diagnóstico del desempeño, el análisis de grandes volúmenes de datos y la analítica predictiva, la realidad virtual, aumentada y mixta, la cooperación entre academia, industria y Fuerzas Armadas y la prospectiva tecnológica de la Aviación Naval hacia 2035.

Pinto y Medeiros (2022), en su análisis del uso de la inteligencia artificial en el ámbito militar y sus dilemas éticos, advierten que estas innovaciones exigen una reflexión ética que mantenga en el centro el control y la responsabilidad humanos. Ese criterio guía toda la sección.

5.3.1. Inteligencia artificial aplicada al diagnóstico del desempeño

La inteligencia artificial aplicada al diagnóstico del desempeño, que amplía las capacidades del modelo adaptativo del Capítulo III, es una de las líneas de innovación más documentadas en la literatura internacional. El Grupo de Investigación sobre Factores Humanos y Medicina de la OTAN (v. sección 3.2.1) registra un consenso creciente entre las fuerzas armadas de los países miembros sobre su potencial para mejorar diagnósticos que tradicionalmente dependían solo de la observación directa.

Pinto y Medeiros (2022) advierten, sin embargo, que estas capacidades deben preservar el papel central del juicio humano. La inteligencia artificial debe ampliar el juicio del instructor naval, no reemplazarlo, en coherencia con la complementariedad entre tecnología y experticia pedagógica que defiende el Capítulo III.

Preservar ese juicio exige protocolos que precisen en qué decisiones formativas la inteligencia artificial puede emitir recomendaciones autónomas y en cuáles solo aporta información que el instructor debe valorar críticamente antes de decidir. La distinción concreta los límites éticos y operativos de la sección 3.1.5.

5.3.2. Big Data y analítica predictiva

El análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data) y la analítica predictiva amplían los sistemas de alerta temprana de la sección 3.4.4. Permiten a la Aviación Naval procesar los datos de desempeño acumulados por sucesivas promociones e identificar patrones institucionales que fundamenten las decisiones curriculares en evidencia agregada, mucho más sólida que el análisis de casos aislados.

Su implementación requiere desarrollar de forma progresiva la infraestructura y las capacidades técnicas necesarias, teniendo en cuenta las restricciones presupuestarias. Conviene una estrategia escalonada que empiece por sistematizar los datos de desempeño ya disponibles antes de invertir en capacidades analíticas más avanzadas.

La estrategia debe incluir la formación de personal especializado en analítica de datos educativos, competencia escasa en las instituciones militares latinoamericanas. La Aviación Naval podría recurrir a capacitación específica o a la cooperación con universidades nacionales con experiencia en el área (v. sección 5.3.4).

5.3.3. Realidad virtual, aumentada y mixta en la formación militar

La realidad virtual, aumentada y mixta amplía las capacidades de los simuladores tradicionales (v. sección 2.4.1) y ofrece experiencias de mayor inmersión sensorial. Lämsä et al. (2023), en su estudio sobre la captura de indicadores de gestión de la carga cognitiva durante el entrenamiento de vuelo en realidad virtual (v. sección 1.2.2), muestran que estas tecnologías sirven no solo para la práctica, sino también para monitorear el estado cognitivo del oficial alumno con indicadores fisiológicos y conductuales.

El hallazgo interesa a las decisiones de inversión de la Aviación Naval: el valor formativo de estas tecnologías no se limita a recrear el entorno de vuelo, sino que incluye capacidades de monitoreo pedagógico útiles para la personalización del Capítulo III.

Su adopción debe articularse con los simuladores de alta fidelidad física. La realidad virtual y aumentada encaja bien en las etapas iniciales, orientadas a la familiaridad procedimental, mientras que los simuladores de alta fidelidad física conviene reservarlos para las etapas avanzadas, en las que la reproducción de las sensaciones del vuelo pesa más en la transferencia del entrenamiento (v. sección 4.2.2).

5.3.4. Cooperación entre academia, industria y Fuerzas Armadas para I+D+i

La cooperación entre universidades, industria tecnológica y Fuerzas Armadas en investigación, desarrollo e innovación, modelo documentado en la experiencia de varios países, permitiría a la Aviación Naval acceder a capacidades tecnológicas e investigativas que excederían con mucho lo que puede desarrollar con recursos propios.

La figura 15 representa un ecosistema de cooperación entre tres actores: las universidades ecuatorianas con capacidades en ingeniería, educación y tecnología; la industria tecnológica, nacional e internacional, con productos y servicios aplicables a la formación aeronaval; y la propia institución naval, que aporta su conocimiento operacional y sus necesidades formativas.

La cooperación tripartita facilitaría también el acceso a fondos externos de investigación e innovación, ya que muchos programas de

financiamiento priorizan los proyectos que demuestran colaboración entre los sectores académico, industrial y gubernamental o militar.

Figura 15. *Ecosistema de cooperación entre academia, industria y Fuerzas Armadas*



Nota: Elaboración propia (2026).

5.3.5. Prospectiva tecnológica de la Aviación Naval hacia 2035

La prospectiva tecnológica de la Aviación Naval hacia 2035, vinculada al Plan Estratégico de Fuerzas Armadas (v. sección 1.5.2), requiere integrar las tendencias descritas en esta sección en una visión de mediano y largo plazo que anticipe las capacidades formativas que ese horizonte exigirá a los egresados.

Conforme al principio de contextualización, la prospectiva debe combinar las tendencias internacionales con las condiciones

presupuestarias y organizacionales del Ecuador. Lo aconsejable es una adopción gradual, fundada en evidencia propia, en lugar de incorporar con prisa tecnologías aún inmaduras o no validadas para la Aviación Naval. El tema se amplía en la sección 5.5.

La prospectiva debe contemplar también que tecnologías hoy inmaduras alcancen un desarrollo suficiente antes de 2035. Para incorporarlas a tiempo, si demuestran valor formativo, la institución necesita la vigilancia tecnológica descrita en la sección 4.5.3.

5.4. Impacto estratégico del modelo adaptativo

Esta sección valora el modelo adaptativo del Capítulo III desde una perspectiva institucional, más allá de su eficacia pedagógica individual, para fundamentar una eventual decisión de inversión sostenida. Examina los indicadores de eficiencia institucional, el análisis costo-beneficio de la transformación tecnológica, el impacto sobre la seguridad operacional, el fortalecimiento de las capacidades estratégicas y la percepción de instructores y oficiales alumnos.

Jarmasz et al. (2025), a partir de la experiencia de las Fuerzas Armadas Canadienses (v. sección 3.5.1), ofrecen un marco de referencia para valorar este impacto: la evaluación de estas tecnologías debe ir más allá de las métricas pedagógicas e incorporar la eficiencia institucional, la sostenibilidad presupuestaria y la aceptación organizacional.

5.4.1. Indicadores de eficiencia institucional

Los indicadores de eficiencia institucional del modelo adaptativo deben abarcar varias dimensiones: la reducción del tiempo necesario para alcanzar los estándares de proficiencia (v. sección 1.3.3), el mejor aprovechamiento de recursos limitados, como

simuladores y horas de vuelo, y la mejora de las tasas de certificación de los oficiales alumnos que participan en programas con el modelo.

Sistematizar esos indicadores exige capacidades de monitoreo sostenido, vinculadas a la investigación aplicada de la sección 5.2, para que las decisiones sobre la expansión o el ajuste del modelo se basen en evidencia propia y no solo en expectativas derivadas de la literatura internacional.

Las comparaciones entre promociones deben controlar variables de confusión, como las diferencias de aptitud inicial, para no atribuir al modelo adaptativo mejoras debidas a otros factores concurrentes. Obtener conclusiones causales confiables exige un diseño de evaluación riguroso.

5.4.2. Análisis costo-beneficio de la transformación tecnológica

El análisis costo-beneficio de la transformación tecnológica debe considerar tanto los costos directos (adquisición, mantenimiento y actualización de la infraestructura descrita en la sección 3.5.1) como los beneficios esperados, entre ellos las mejoras de eficiencia formativa y la posible reducción de incidentes atribuibles a brechas de competencia de la formación inicial.

La tabla 17 organiza las principales categorías de costos y beneficios que la Aviación Naval debería considerar antes de comprometer inversiones significativas en la expansión del modelo adaptativo a toda su oferta curricular.

El análisis debe adoptar una perspectiva temporal adecuada. Muchos beneficios, en especial los relativos a la seguridad operacional y a las capacidades estratégicas, solo se manifiestan tras largos períodos de maduración, mientras que los costos se concentran en las primeras etapas. Esta asimetría obliga a evaluar la inversión con

horizontes amplios; exigir retornos inmediatos subestimaría su valor real.

Tabla 17. *Análisis costo-beneficio de la transformación tecnológica*

Categoría	Componente específico	Consideración institucional
Costos directos	Adquisición e implementación de plataformas adaptativas	Inversión inicial concentrada, amortizable en el tiempo
Costos indirectos	Capacitación docente y gestión del cambio organizacional	Frecuentemente subestimados en la planificación inicial
Costos recurrentes	Mantenimiento, licencias y actualización tecnológica	Requieren presupuesto institucional sostenido
Beneficios directos	Reducción de tiempo formativo y optimización de recursos	Medible mediante indicadores de eficiencia institucional
Beneficios indirectos	Mejora de la seguridad operacional y reputación institucional	De mayor valor estratégico pero más difícil cuantificación

Nota: Elaboración propia (2026).

5.4.3. Impacto sobre la seguridad operacional

El impacto del modelo adaptativo sobre la seguridad operacional, prioridad ineludible de todo programa de formación aeronáutica militar, es la dimensión de mayor relevancia estratégica de esta evaluación y se vincula con la cultura de seguridad operacional de la sección 1.4.5.

Ese impacto podría medirse comparando la incidencia de incidentes y cuasiincidentes entre promociones formadas con el modelo tradicional y con el modelo adaptativo. La comparación exigiría controlar factores de confusión y períodos de observación prolongados para obtener evidencia estadísticamente sólida, que la institución

debería verificar antes de atribuir al modelo cualquier mejora en la seguridad.

Conviene complementar esos indicadores de largo plazo con indicadores intermedios, observables antes, como la calidad del juicio situacional en las evaluaciones (v. sección 4.3.5) o la eficacia en la gestión de amenazas y errores según el modelo TEM (v. sección 4.3.3).

5.4.4. Fortalecimiento de las capacidades estratégicas institucionales

El modelo adaptativo puede fortalecer las capacidades estratégicas de la Aviación Naval más allá de los beneficios formativos individuales. En particular, mejora su capacidad de formar, en plazos razonables, el número de aviadores certificados que requieren las necesidades operacionales de la fuerza según su planificación estratégica (v. sección 1.5.2).

El fortalecimiento incluye también el conocimiento institucional acumulado sobre metodologías formativas eficaces (v. sección 4.5.4), porque los sistemas adaptativos generan datos sobre patrones formativos que permiten optimizar los programas de forma continua.

Estas capacidades sitúan además a la Aviación Naval en una posición favorable en la cooperación militar internacional (v. sección 1.3.5), porque las instituciones con capacidad demostrada de innovación pedagógica y gestión de evidencia resultan contrapartes más atractivas para acuerdos bilaterales o multilaterales con otras fuerzas aeronavales.

5.4.5. Percepción de instructores y alumnos sobre el modelo adaptativo

La percepción de instructores y oficiales alumnos es determinante para la sostenibilidad del modelo, porque la aceptación de sus usuarios directos condiciona el éxito de su implementación (v. sección 3.5.2).

Recoger esa percepción mediante encuestas periódicas, grupos focales o entrevistas estructuradas permitiría a la Aviación Naval detectar a tiempo resistencias, dificultades imprevistas o áreas de mejora que la evaluación técnica no capta, y complementar el análisis con la experiencia de quienes usan estas tecnologías a diario.

Conviene distinguir las perspectivas de instructores con distinta experiencia previa en tecnologías educativas, porque su aceptación inicial varía. Esa información permite diseñar estrategias de acompañamiento para quienes necesiten más apoyo.

5.5. Prospectiva para la Aviación Naval

La prospectiva para la Aviación Naval cierra el capítulo y la obra. Reúne las recomendaciones de los cinco capítulos en una visión orientada a implementar de forma sostenible el diseño instruccional adaptativo. Esta sección presenta una hoja de ruta para la institucionalización del modelo, recomendaciones normativas y curriculares, los requerimientos de infraestructura tecnológica y desarrollo docente, la escalabilidad hacia otras especialidades de las Fuerzas Armadas y el perfil competencial del aviador naval del siglo XXI.

5.5.1. Hoja de ruta para la institucionalización del modelo adaptativo

La institucionalización del modelo adaptativo requiere una secuencia de fases, coherente con los principios de escalabilidad y sostenibilidad de la sección 3.5.4, que empiece con proyectos piloto acotados para acumular experiencia propia antes de ampliar el alcance y los recursos comprometidos.

La tabla 18 propone una hoja de ruta en fases sucesivas que la Aviación Naval puede adaptar a su contexto. Integra las recomendaciones de la obra en una secuencia que equilibra la ambición transformadora con la prudencia que exigen las restricciones presupuestarias y organizacionales. El Anexo E vincula cada fase con los instrumentos de planificación y presupuesto de la institución.

La hoja de ruta es un instrumento flexible y no un cronograma rígido. Cambios en la disponibilidad presupuestaria, en las prioridades estratégicas o en el panorama tecnológico pueden exigir ajustes de plazos y prioridades sin invalidar la secuencia lógica que propone.

Tabla 18. *Hoja de ruta para la institucionalización del modelo adaptativo*

Fase institucional	Actividades principales	Horizonte temporal orientativo
Fase 1: Diagnóstico y preparación	Análisis de necesidades, infraestructura base, formación inicial de instructores	Corto plazo (1-2 años)
Fase 2: Implementación piloto	Programa acotado con evaluación rigurosa de resultados	Mediano plazo (2-3 años)
Fase 3: Ajuste y validación institucional	Incorporación de lecciones aprendidas y evidencia empírica propia	Mediano plazo (3-4 años)

Fase institucional	Actividades principales	Horizonte temporal orientativo
Fase 4: Expansión progresiva	Extensión hacia especialidades adicionales de la Aviación Naval	Mediano-largo plazo (4-6 años)
Fase 5: Consolidación y mejora continua	Institucionalización plena con cultura de mejora sostenida	Largo plazo (6+ años)

Nota: Elaboración propia (2026).

5.5.2. Recomendaciones normativas y curriculares

Las recomendaciones normativas y curriculares exigen que la Aviación Naval actualice su marco regulatorio para reconocer formalmente el valor formativo del modelo adaptativo, en la línea de la integración normativa de la sección 3.5.3. Esa actualización debe formularse conforme al Reglamento de Educación Militar 2025 (Acuerdo Ministerial 098), al Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025 y al Manual de Educación de la Armada 2026, según la matriz de alineación del Anexo A.

Las recomendaciones incluyen la actualización de los programas vigentes según la arquitectura modular de la sección 2.3. Esa actualización debe incorporar las lecciones de la obra, en particular las relativas al entrenamiento psicomotor (v. Capítulo IV) y a la evaluación integral (v. sección 5.1).

Deben preverse instancias formales responsables de sostener la actualización curricular, para que no dependa de iniciativas aisladas y la Escuela de Aviación Naval disponga de mecanismos permanentes de revisión, coherentes con la cultura de mejora continua de la sección 4.5.5. Esas instancias deben situarse en los componentes de Planificación, Administración y Evaluación Académica del Modelo Pedagógico (v. sección 2.5.4).

5.5.3. Requerimientos de infraestructura tecnológica y desarrollo docente

La implementación sostenible del modelo exige planificar conjuntamente la infraestructura tecnológica (v. sección 3.5.1) y el desarrollo de las capacidades pedagógicas del equipo de instructores (v. sección 3.5.2). La literatura advierte sobre un riesgo recurrente: que la inversión tecnológica avance mucho más deprisa que el desarrollo de las capacidades humanas.

Este equilibrio resume la tesis central de la obra: ninguna tecnología genera valor formativo sin capacidades humanas suficientes para aprovecharla con responsabilidad en la Aviación Naval.

La planificación debe incluir estrategias de cooperación interinstitucional (v. sección 5.3.4), muy útiles para una institución con recursos limitados. La Aviación Naval puede apoyarse en alianzas con universidades, con la industria tecnológica y con otras fuerzas aeronavales latinoamericanas que enfrentan desafíos similares.

Infraestructura y desarrollo docente avanzan a ritmos distintos: la adquisición de tecnología suele ser más rápida que el desarrollo de competencias pedagógicas. Por ello, la capacitación de instructores debe comenzar con suficiente antelación y no esperar a que la infraestructura esté plenamente disponible.

5.5.4. Escalabilidad del modelo hacia otras especialidades de las Fuerzas Armadas

La extensión del modelo a otras especialidades de las Fuerzas Armadas ecuatorianas es una oportunidad para aprovechar el conocimiento y la experiencia que generaría su implementación en la

Aviación Naval y llevarlos a otras ramas de la formación militar especializada.

Esa extensión debe respetar las particularidades de cada especialidad. Las especificaciones concebidas para la aviación naval no deben trasladarse sin crítica a contextos formativos distintos. El principio de contextualización que guió esta obra debe orientar también cualquier ampliación futura de sus recomendaciones a otros ámbitos de formación militar del Ecuador.

La extensión se facilitaría con la coordinación de instancias superiores de las Fuerzas Armadas, en el marco del Plan Estratégico (v. sección 1.5.2), para sistematizar las lecciones de la Aviación Naval y ponerlas a disposición de otras ramas interesadas en modernizar sus procesos formativos.

5.5.5. Perfil competencial del aviador naval del siglo XXI

El perfil competencial del aviador naval del siglo XXI es la síntesis final de la obra. Reúne las capacidades técnicas esenciales (v. Capítulo IV), el juicio situacional y la toma de decisiones (v. sección 4.3), la integración doctrinaria y ética (v. sección 4.4), el aprendizaje y el desarrollo profesional continuos (v. sección 4.5) y la competencia tecnológica frente a los sistemas adaptativos y las innovaciones de los Capítulos III y V.

La figura 16 representa este perfil con sus cinco dimensiones fundamentales, apoyadas en el perfil profesional y el plan de carrera de la Armada del Ecuador. El perfil se alinea con los artículos 1, 69, 76, 88 y 95 de la Ley Orgánica de Personal y Disciplina de las Fuerzas Armadas, de modo que la especialización técnica que propone respeta la carrera y el escalafón militar. Ofrece a la Aviación Naval una visión integradora

para orientar sus decisiones de mediano y largo plazo sobre la formación de sus futuros aviadores.

El perfil sirve también como criterio para valorar la coherencia de cualquier decisión institucional futura sobre la formación de aviadores: toda decisión debería contribuir al desarrollo equilibrado de las cinco dimensiones y no privilegiar una de ellas en detrimento de las demás.

Figura 16. *Perfil competencial del aviador naval del siglo XXI*



Nota: Elaboración propia

Reflexión de cierre

Esta obra ha propuesto un marco conceptual y técnico para optimizar las competencias técnicas y militares en la Aviación Naval mediante un diseño instruccional adaptativo. El recorrido partió de los fundamentos epistemológicos de la formación aeronáutica militar,

pasó por los principios del diseño instruccional y del aprendizaje adaptativo, abordó la optimización del desempeño técnico y operacional y concluyó con los sistemas de evaluación, investigación e innovación que sostienen la mejora continua.

La idea que une los cinco capítulos, apoyada en literatura internacional, hispanoamericana y europea, es que la optimización de las competencias técnicas y militares en la aviación naval exige integrar rigor científico pedagógico, experticia operacional y prudencia institucional. Ningún enfoque parcial o descontextualizado reúne por sí solo estos tres elementos.

Esa idea se manifestó en cada capítulo. El primero estableció que la formación aeronáutica militar requiere una comprensión interdisciplinaria. El segundo mostró que el diseño instruccional eficaz combina rigor metodológico y adaptación al contexto militar. El tercero evidenció que la tecnología adaptativa amplifica, sin sustituir, el juicio del instructor naval. El cuarto mostró que la optimización del desempeño técnico requiere integrarlo con las dimensiones doctrinarias y éticas. Este último capítulo explicó cómo deben articularse la evaluación rigurosa, la investigación aplicada y la innovación tecnológica en una visión institucional sostenible.

La propuesta se ancla en el ordenamiento nacional. Los marcos internacionales citados, como OACI Doc 9868, UK MAA RA 2103, OTAN HFM RTG-237 o la experiencia de las Fuerzas Armadas Canadienses, funcionan como referencias comparadas. Su aplicación en la Aviación Naval del Ecuador pasa por el Reglamento de Educación Militar 2025, el Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025, el Manual de Educación de la Armada 2026, la Ley Orgánica de Personal y Disciplina de las Fuerzas Armadas y la normativa de evaluación de vuelo de la Fuerza Naval. Los ámbitos de aplicación concreta son la Escuela de

Aviación Naval, en la formación y especialización de pilotos, y las unidades operacionales del Comando de la Aviación Naval, en el reentrenamiento y la recertificación de las tripulaciones.

Para los instructores y diseñadores curriculares que han acompañado esta lectura, el desafío es traducir estos fundamentos y recomendaciones en decisiones concretas en la Escuela de Aviación Naval y en las unidades operacionales. Su contribución consiste en formar generaciones de aviadores cuyo desempeño técnico, juicio situacional, integridad doctrinaria y capacidad de aprendizaje continuo garanticen la seguridad operacional y la efectividad que la Armada del Ecuador necesita para cumplir su misión constitucional en la seguridad y la defensa nacional.

La obra concluye con una invitación a instructores, diseñadores curriculares y autoridades de la Aviación Naval: emprender, con rigor técnico y prudencia institucional, la transformación educativa que exige la formación de sus futuros aviadores, con la confianza de que este marco y sus recomendaciones contribuyan de manera aplicable a esa misión.

Referencias

Armada del Ecuador. (2026). *Manual de Educación de la Armada*.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2023). *Ley Orgánica de Personal y Disciplina de las Fuerzas Armadas*.

Benatuil, D., & Castro Solano, A. (2007). La inteligencia práctica como predictor del rendimiento de cadetes militares. *Anuario de Psicología, 38*(2), 305-320.

Calderón Garrido, J. F. (2018). Las Fuerzas Armadas: El fantasma de la seguridad operacional. *Revista de la Academia de Guerra del Ejército Ecuatoriano, 11*(1), 7. https://doi.org/10.24133/age.n11.2018.08

Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas del Ecuador. (2025). *Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025*.

Draheim, C., Sibley, C., Herdener, N., Cochrane, A., Melick, S. R., Strong, K., & Coyne, J. T. (2025). High-stakes psychomotor ability assessment: A military selection case study of practice effects in airplane tracking tasks. *Cognitive Research: Principles and Implications, 10*(1), Article 82. https://doi.org/10.1186/s41235-025-00672-z

du Plooy, E., Casteleijn, D., & Franzsen, D. (2024). Personalized adaptive learning in higher education: A scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement. *Heliyon, 10*(19), e39630. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39630

Eneterio, H. S., Ricco, M. F. F., & Eneterio, N. G. da P. (2020). Gerenciamento de riscos em operações militares. *Revista Profissional da Força Aérea dos EUA, 2*(2), 143-157.

González Ramírez, L. F., & Velásquez Peláez, C. A. (2023). Liderazgo ético en el ejercicio del mando militar de los alféreces de la Esmic. En J.

F. Machado Carrillo & A. Yate Arévalo (Eds.), *Ética y competencias psicosociales en el liderazgo en las Fuerzas Militares de Colombia* (pp. 13-52). Sello Editorial Esmic.

Guevarra, M., Das, S., Wayllace, C., Demmans Epp, C., Taylor, M. E., & Tay, A. (2023). Augmenting flight training with AI to efficiently train pilots. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 37*(13), 16437-16439. https://doi.org/10.1609/aaai.v37i13.27071

Helmreich, R. L., Klinect, J. R., & Wilhelm, J. A. (1999). Models of threat, error, and CRM in flight operations. In R. Jensen (Ed.), *Proceedings of the 10th International Symposium on Aviation Psychology* (pp. 677-682). The Ohio State University.

International Civil Aviation Organization. (2020). *Procedures for Air Navigation Services: Training* (PANS-TRG, Doc 9868) (3rd ed.). ICAO.

Jabaay, M. J., Grcevich, L. O., Marotta, D. A., & Reynolds, J. H. (2020). Trauma and triage: Applying the Dick and Carey instructional design model to a primary survey clinical workshop. *Cureus, 12*(6), e8656. https://doi.org/10.7759/cureus.8656

Jarmasz, J., Martin, B. C. W., & Loh, E. (2025). A roadmap for the implementation of adaptive instructional systems in the Canadian Armed Forces. In R. A. Sottilare & J. Schwarz (Eds.), *HCII 2025*, LNCS 15813 (pp. 44-56). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-92970-0_4

Kanske, C. A. (2001). Learning styles of pilots currently qualified in United States Air Force aircraft. *Journal of Air Transportation World Wide, 6*(2), 33–46.

Lämsä, J., Kärkkäinen, T., & Hämäläinen, R. (2023). Capturing cognitive load management during authentic virtual reality flight training with behavioural and physiological indicators. *Journal of Computer Assisted Learning, 39*(5), 1553-1563. https://doi.org/10.1111/jcal.12817

Larrea, M. F., Hodge, S., Mavin, T. J., & Kikkawa, Y. (2022). Becoming cabin crew: A situated learning approach to training and workplace experience. *Research in Post-Compulsory Education, 27*(4), 664–685. https://doi.org/10.1080/13596748.2022.2110778

Li, Y., Liang, Z., Li, Z., Yu, Y., Yang, Q., & Li, X. (2025). Effectiveness of Gagné's 9 events of instruction in health professions education: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine, 12*, Article 1522830. https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1522830

Ministerio de Defensa Nacional del Ecuador. (2025). *Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador* (Acuerdo Ministerial Nro. 098; Orden General Ministerial Nro. 036).

Miranda, A. T. (2018). Understanding human error in Naval aviation mishaps. *Human Factors, 60*(6), 763–777. https://doi.org/10.1177/0018720818771904

NATO Human Factors and Medicine Panel Research Task Group 237. (2018). *Assessment of Intelligent Tutoring Systems Technologies and Opportunities*. NATO Science and Technology Organization.

O'Connor, P., Jones, D. W., McCauley, M. E., & Buttrey, S. E. (2012). An evaluation of the effectiveness of the crew resource management programme in naval aviation. *International Journal of Human Factors and Ergonomics, 1*(1), 21-41.

Pinto, D. J. A., & Medeiros, S. E. (2022). *Inteligência artificial e seu uso no contexto militar: desafios e dilemas éticos*. Fundação Konrad Adenauer.

Prayitno, H., Ekohariadi, Cholik, M., Suhartini, R., & Wardhono, A. (2025). Enhancing aviation cadet competencies through simulator-based training: A study using the ADDIE model and importance performance analysis. *International Journal of Transport Development and Integration, 9*(3), 485–492. https://doi.org/10.18280/ijtdi.090303

Rochon, L.-J., Karran, A. J., Rolon-Merette, T., Courtemanche, F., Coursaris, C., Senecal, S., & Léger, P.-M. (2025). Cognition in the cockpit: Assessing instructional modalities in pilot training simulations. *Frontiers in Psychology, 16*, Article 1625321. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1625321

Santos, V. C., & Silveira, G. A. (2019). A efetividade dos simuladores de voo no treinamento de pilotos para tarefas processuais específicas e aquisição de habilidades. *Revista Conexão SIPAER, 10*(1), 15-30.

Sekel, N. M., Beckner, M. E., Conkright, W. R., LaGoy, A. D., Proessl, F., Lovalekar, M., Martin, B. J., Jabloner, L. R., Beck, A. L., Eagle, S. R., Dretsch, M., Roma, P. G., Ferrarelli, F., Germain, A., Flanagan, S. D., Connaboy, C., Haufler, A. J., & Nindl, B. C. (2023). Military tactical adaptive decision making during simulated military operational stress is influenced by personality, resilience, aerobic fitness, and neurocognitive function. *Frontiers in Psychology, 14*, Article 1102425. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1102425

Simpson, E. J. (1972). *The classification of educational objectives in the psychomotor domain: The psychomotor domain* (Vol. 3). Gryphon House.

Toro Sánchez, D. F. (2013). *La metodología que aplican los docentes en asignaturas de formación militar del primer año de la Escuela Superior Militar Eloy Alfaro y su incidencia en el bajo rendimiento académico, durante el semestre de marzo - agosto 2011. Propuesta alternativa* [Tesis de maestría, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. Repositorio Institucional ESPE.

UK Military Aviation Authority. (2024). *Currency and Continuation Training* (Regulatory Article 2103, Issue 4). Ministry of Defence.

Wang, Q., Sun, C., & Hao, B. (2020). A study on training needs analysis (TNA) method for military aircraft. In *Proceedings of the 32nd Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences* (ICAS 2020).

Wojcik, D. Z., Moulin, C. J. A., & Fernandez, A. (2021). Assessment of metacognition in aviation pilot students during simulated flight training of a demanding maneuver. *Applied Ergonomics, 95*, Article 103427. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103427

Yang, S., Yu, K., Lammers, T., & Chen, F. (2021). Artificial intelligence in pilot training and education: towards a machine learning aided instructor assistant for flight simulators. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 581-587). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78642-7_78

Anexos: articulación normativa nacional y evaluación de la proficiencia operacional

Los anexos que se presentan a continuación complementan, sin modificarlo, el desarrollo conceptual y metodológico de los cinco capítulos precedentes. Su propósito es responder a una exigencia propia de toda obra dirigida a una institución militar: demostrar de manera explícita cómo el diseño instruccional adaptativo propuesto se articula con el ordenamiento jurídico y la reglamentación educativa vigentes en las Fuerzas Armadas del Ecuador y en la Armada, y no solamente con los marcos internacionales de aviación civil y militar que sustentan buena parte de la fundamentación técnica de la obra.

Los marcos internacionales citados en el libro cumplen en esta obra una función de referencia técnica comparada. Entre ellos figuran los procedimientos de instrucción de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, Doc 9868), la normativa de vigencia operacional y entrenamiento de continuación de la Autoridad de Aviación Militar del Reino Unido (UK MAA, RA 2103) y los estudios del Grupo de Investigación de Factores Humanos y Medicina de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN). Su aplicación en la Aviación Naval del Ecuador no es directa: exige transponerlos al Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas 2025 (Acuerdo Ministerial 098, Orden General Ministerial 036), al Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025, al Manual de Educación de la Armada 2026 y a la normativa de evaluación de vuelo de la Fuerza Naval. Ese proceso es el objeto de estos anexos.

El Anexo A establece la matriz de alineación entre el diseño adaptativo y la normativa educativa militar nacional. El Anexo B formaliza el mecanismo de homologación de horas y créditos por

entrenamiento adaptativo en simulador. El Anexo C desarrolla la transposición de los estándares internacionales. El Anexo D propone el marco de protección de datos, integridad y ética aplicable a las plataformas de aprendizaje adaptativo. El Anexo E calibra la hoja de ruta de institucionalización frente a la planificación y el presupuesto de la institución. El Anexo F presenta la matriz normativo-curricular que articula cada fase del modelo con los procesos de evaluación, homologación y responsabilidad institucional. El Anexo G, por último, desarrolla los instrumentos de evaluación de la Fase 5 para escenarios de simulación crítica. La tabla A1 relaciona cada anexo con las secciones de la obra que complementa.

Tabla A1. *Relación entre los anexos y las secciones de la obra que complementan*

Anexo	Contenido	Secciones de la obra que complementa
A	Matriz de alineación normativa nacional	1.5, 2.3, 3.5.3 y 5.5.2
B	Mecanismo de homologación de horas y créditos en simulador	1.5.3, 3.5.3 (tabla 10) y 4.2.2
C	Transposición de estándares internacionales	1.3.5, 1.5.3 (tabla 4) y 3.5.5
D	Marco de protección de datos, integridad y ética	3.1.5, 3.5.3, 5.2.5, 5.3.1 y 5.3.2
E	Calibración de la hoja de ruta al presupuesto institucional	5.4.2 (tabla 17) y 5.5.1 (tabla 18)
F	Matriz normativo-curricular del modelo adaptativo	Capítulos II, III y V
G	Instrumentos de evaluación para escenarios de simulación crítica	2.1.3, 2.1.4, 4.3.5, 5.1.2 (tabla 15) y 5.1.4

Nota: Elaboración propia (2026).

Una advertencia metodológica resulta indispensable. El Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas expedido mediante Acuerdo Ministerial Nro. 124, de 31 de marzo de 2021, y sus reformas fueron derogados por la Disposición Derogatoria Primera del Reglamento de Educación Militar 2025 (Acuerdo Ministerial 098, Orden General Ministerial 036), que armoniza la educación militar con las reformas de la Ley Orgánica de Personal y Disciplina de las Fuerzas Armadas. Todas las remisiones de estos anexos se refieren al reglamento vigente de 2025. Se citan por número los artículos sobre los procesos de Especialización Militar y Capacitación (arts. 6, 93, 94 y 101), la escala de calificaciones (art. 147), las calificaciones mínimas de aprobación (art. 151) y la evaluación de las fases de vuelo (art. 153). Las demás materias se identifican por su contenido, y su correspondencia exacta con el articulado deberá verificarla la Dirección General de Educación y Doctrina (DIGEDO) al aplicar estas propuestas. Las propuestas de regulación contenidas en los anexos son insumos técnicos para la decisión de las autoridades competentes y no sustituyen los procedimientos de aprobación normativa de la institución.

Anexo A. Matriz de alineación normativa nacional

A.1. Jerarquía normativa y principio de subordinación de los marcos referenciales

El sistema de educación militar de las Fuerzas Armadas se estructura sobre un orden normativo jerárquico. En su cúspide se sitúa la Constitución de la República, que dispone que la educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico (art. 27). En el nivel legal, la Ley Orgánica de Personal y Disciplina de las Fuerzas Armadas (LOPDFA) regula la carrera profesional militar y los procesos de formación, capacitación, perfeccionamiento y especialización del personal (arts. 88, 94 y 95). En un nivel reglamentario se ubica el Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas 2025, que norma y regula el sistema de educación militar y sus procesos educativos, entre ellos la Especialización Militar y la Capacitación (arts. 6, 93, 94 y 101), y que encarga a cada Fuerza la elaboración de su propio Manual de Educación; en la Armada, ese instrumento es el Manual de Educación de la Armada 2026. Completan el esquema el Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025, cuyo Modelo Pedagógico se compone de tres pilares (Planificación Académica, Administración Académica y Evaluación Académica), y las normas de evaluación propias de cada Fuerza, a las que el mismo Reglamento remite la regulación de las fases de vuelo (art. 153).

De esta jerarquía se deriva un principio rector para la lectura de toda la obra: los estándares internacionales orientan el diseño técnico, pero solo los instrumentos normativos nacionales confieren obligatoriedad y validez institucional a las decisiones formativas. En consecuencia, todo componente del modelo adaptativo debe poder

rastrearse hasta una disposición del ordenamiento naval o, en su defecto, identificarse expresamente como una propuesta de regulación sujeta a aprobación de la autoridad competente. Un segundo principio, complementario del anterior, orienta el conjunto de la matriz: el modelo adaptativo personaliza la ruta de aprendizaje, pero no modifica el estándar de egreso. La competencia específica, el perfil profesional y los criterios de aprobación siguen siendo los que fija la normativa.

A.2. Matriz de alineación entre el diseño adaptativo y el Reglamento de Educación Militar

La tabla A2 relaciona cada componente del diseño adaptativo desarrollado en la obra con las disposiciones nacionales que lo enmarcan y con la forma de articulación propuesta. Su finalidad es demostrar que la modularidad, las trayectorias adaptativas y los instrumentos de evaluación respetan el Modelo Pedagógico del Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025 y los procesos de evaluación normados en el Reglamento de Educación Militar 2025. La última columna indica a cuál de los tres pilares del Modelo Pedagógico corresponde cada componente.

Tabla A2. *Matriz de alineación entre el diseño adaptativo y la normativa educativa militar nacional*

Componente del modelo adaptativo (sección de la obra)	Disposición normativa nacional de referencia	Forma de articulación propuesta	Pilar del Modelo Pedagógico (MEFA 2025)
Arquitectura modular por núcleos de	Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025: estructura curricular	Los núcleos esenciales de la obra se formalizan como	Planificación Académica

Componente del modelo adaptativo (sección de la obra)	Disposición normativa nacional de referencia	Forma de articulación propuesta	Pilar del Modelo Pedagógico (MEFA 2025)
conocimiento y contenidos imprescindibles (2.3)	por núcleos de conocimiento y contenidos imprescindibles, articulada por asignaturas o módulos. Reglamento de Educación Militar 2025: disposiciones sobre diseño curricular, módulos y tareas integradoras.	contenidos imprescindibles del módulo. Las rutas complementarias se planifican como tareas formadoras e integradoras, y los puntos de bifurcación son aprobados por el comité de módulo.	
Trayectorias personalizadas y adaptatividad basada en desempeño (Capítulo III)	Reglamento de Educación Militar 2025: enfoque por competencias, integración de las tecnologías de la información y la comunicación y modalidades de estudio; el sistema de evaluación se aplica a cualquier modalidad.	La trayectoria adaptativa varía la secuencia, el ritmo y la profundidad, pero conserva la competencia específica, el perfil de egreso y los criterios de evaluación del curso. Se registra como estrategia metodológica dentro del diseño curricular aprobado.	Planificación Académica y Administración Académica
Diagnóstico de brechas y perfiles de ingreso (2.2)	Reglamento de Educación Militar 2025: requisitos de aptitud, incluido el desempeño en situaciones de riesgo y estrés como el vuelo, y requisitos de ingreso a los procesos de Especialización Militar y Capacitación (arts. 6, 93 y 94).	El diagnóstico adaptativo complementa, y no sustituye, las evaluaciones de ingreso y los criterios de idoneidad. Sus resultados orientan la ruta inicial, pero la admisión sigue las instancias reglamentarias.	Planificación Académica

Componente del modelo adaptativo (sección de la obra)	Disposición normativa nacional de referencia	Forma de articulación propuesta	Pilar del Modelo Pedagógico (MEFA 2025)
Retroalimentación inmediata, alertas tempranas y recuperación del aprendizaje (3.4)	Reglamento de Educación Militar 2025: disposiciones sobre recuperación del aprendizaje, aviso de bajo rendimiento y evaluaciones que involucran riesgo personal, material o empleo de recursos, que no admiten repetición.	Las alertas tempranas alimentan el aviso de bajo rendimiento y el plan de refuerzo, pero no crean oportunidades de repetición distintas de las reglamentarias. Las evaluaciones que involucran riesgo no admiten repetición.	Administración Académica
Evaluación del desempeño y certificación de proficiencia (5.1 y Anexo G)	Reglamento de Educación Militar 2025: escala de calificaciones (art. 147); calificaciones mínimas de aprobación (art. 151); evaluación de las fases de vuelo conforme a la normativa de cada Fuerza (art. 153).	Los instrumentos del Anexo G se expresan en la escala del art. 147, respetan los mínimos de aprobación del art. 151 y se incorporan a la normativa de evaluación de vuelo de la Fuerza Naval a la que remite el art. 153.	Evaluación Académica
Créditos y equivalencias por entrenamiento adaptativo en simulador (1.5.3, 4.2.2 y Anexo B)	Reglamento de Educación Militar 2025: las fases de vuelo y la calificación operativa se regulan por la normativa de evaluación de cada Fuerza (art. 153); procesos de Especialización Militar y Capacitación (arts. 6, 93, 94 y 101). LOPDFA, arts. 88, 94 y 95.	La equivalencia de horas se establece mediante un instrumento normativo propio de la Fuerza Naval, aprobado por la autoridad educativa naval, según el procedimiento del Anexo B.	Administración Académica
Rol del instructor y su desarrollo	Reglamento de Educación Militar 2025:	La capacitación del instructor en analítica	Administración Académica y

Componente del modelo adaptativo (sección de la obra)	Disposición normativa nacional de referencia	Forma de articulación propuesta	Pilar del Modelo Pedagógico (MEFA 2025)
profesional (3.4.5 y 3.5.2)	disposiciones sobre docencia militar, requisitos del docente militar, capacitación docente y evaluación docente.	y facilitación adaptativa se programa como capacitación docente a cargo de la autoridad educativa naval o de la escuela, y se evalúa con las dimensiones reglamentarias.	Evaluación Académica
Aseguramiento de la calidad y mejora continua del currículo (2.5 y 5.1.5)	Reglamento de Educación Militar 2025: evaluación institucional interna y externa y evaluación curricular (pertinencia, estructura curricular, recursos y relación entre curso y puesto ocupacional). Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025: matrices de evaluación curricular.	El análisis agregado de los datos del sistema adaptativo se incorpora como insumo de la evaluación curricular y del plan de acción, sin reemplazar los procesos reglamentarios.	Evaluación Académica
Integridad académica y manejo de datos (1.5.4, 5.2.5 y Anexo D)	Reglamento de Educación Militar 2025: disposiciones sobre deshonestidad académica y acceso del alumno a registros y expedientes. Ley Orgánica de Protección de Datos Personales.	Los registros generados por las plataformas adaptativas forman parte del expediente académico del alumno y quedan sujetos a las garantías de acceso, custodia y uso proporcional del Anexo D.	Administración Académica
Recertificación y desarrollo	Reglamento de Educación Militar 2025: proceso de	Los programas de reentrenamiento y recertificación se	Administración Académica

Componente del modelo adaptativo (sección de la obra)	Disposición normativa nacional de referencia	Forma de articulación propuesta	Pilar del Modelo Pedagógico (MEFA 2025)
profesional continuo (4.5)	Capacitación (arts. 6, 93, 94 y 101) y registro de la aprobación de cursos en la hoja de vida. LOPDFA, arts. 88, 94 y 95.	clasifican dentro de la Capacitación y se registran en la hoja de vida conforme al Reglamento de Educación Militar 2025.	
Alineación con la planificación estratégica (1.5.2 y 5.5)	Reglamento de Educación Militar 2025: alineación de los planes de mejora con el Plan Estratégico Institucional.	Las fases de la hoja de ruta se vinculan con los planes operativos y de mejora institucionales (véase el Anexo E).	Planificación Académica

Nota: Elaboración propia con base en el Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador 2025 (Ministerio de Defensa Nacional, 2025) y el Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025 (Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas del Ecuador, 2025).

A.3. Materias que el Reglamento remite al Manual de Educación de la Armada

El Reglamento de Educación Militar 2025 delega en el Manual de Educación de cada Fuerza, o en la normativa de evaluación de cada Fuerza, la regulación de un conjunto de materias que inciden directamente en la implementación del modelo adaptativo. La tabla A3 las identifica para que el diseño de las trayectorias, las evaluaciones y los registros se formule en coherencia con lo que disponga el Manual de Educación de la Armada 2026. Esta obra no reproduce el contenido de ese manual: la columna de implicancias debe leerse como una lista de puntos de verificación que las autoridades educativas navales contrastarán con su texto vigente.

Tabla A3. *Materias remitidas al Manual de Educación de la Armada y su implicancia para el modelo adaptativo*

Materia remitida	Instrumento de remisión	Implicancia para el modelo adaptativo
Matrices de evaluación de las cualidades militares	Reglamento 2025; Manual de Educación de la Armada 2026	Las dimensiones de liderazgo, trabajo en equipo y coordinación del CRM (Anexo G) deben ser coherentes con las cualidades militares evaluadas reglamentariamente, sin duplicar la evaluación.
Procedimientos de selección, calificación y nombramiento de candidatos a cursos de perfeccionamiento	Reglamento 2025; Manual 2026	El diagnóstico adaptativo inicial debe articularse con estos procedimientos y no alterar los criterios de selección.
Planificación y ejecución de las evaluaciones académicas de ingreso	Reglamento 2025; Manual 2026	Los bancos de preguntas y las evaluaciones diagnósticas del modelo se coordinan con el calendario y la modalidad establecidos.
Número de evaluaciones de tareas formadoras e integradoras y su contribución al promedio	Reglamento 2025; Manual 2026	Determina cuántas actividades de la ruta adaptativa pueden acreditarse y con qué peso en la calificación del módulo.
Clasificación de los cursos de capacitación, talleres y seminarios	Reglamento 2025, arts. 6, 93, 94 y 101; Manual 2026	Define bajo qué categoría se clasifican el reentrenamiento y la recertificación periódica del aviador naval.
Procedimiento de equiparación de calificaciones por incapacidad	Reglamento 2025; Manual 2026	Las adaptaciones por condiciones psicofísicas temporales (3.3.4) deben respetar el procedimiento de equiparación establecido.
Régimen de inasistencias	Reglamento 2025; Manual 2026	El registro de participación en sesiones de simulador y en plataformas adaptativas debe ajustarse al régimen de asistencia vigente.
Plazos y procedimiento de la evaluación externa	Reglamento 2025; Manual 2026	La auditoría de los sistemas adaptativos se programa en concordancia con el

Materia remitida	Instrumento de remisión	Implicancia para el modelo adaptativo
		calendario de evaluación externa de la escuela.
Normativa de evaluación de la Fuerza para fases de vuelo y cursos con certificación	Reglamento 2025, art. 153; normativa de evaluación de vuelo de la Fuerza Naval	Es el instrumento donde deben incorporarse la equivalencia de horas (Anexo B) y los instrumentos de evaluación del Anexo G.

Nota: Elaboración propia con base en el Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador 2025 (Ministerio de Defensa Nacional, 2025).

Anexo B. Mecanismo de homologación de horas y créditos por entrenamiento adaptativo en simulador

B.1. Planteamiento del problema regulatorio

Las secciones 1.5.3 y 3.5.3 de esta obra proponen reconocer créditos por entrenamiento adaptativo en simulador con el fin de optimizar el uso de las aeronaves reales, y la tabla 10 identifica a la Dirección General de Educación y Doctrina (DIGEDO) y al Comando de la Aviación Naval como responsables sugeridos de definir los criterios de conversión entre la modalidad adaptativa y la tradicional. Queda por precisar la figura reglamentaria mediante la cual la autoridad educativa naval puede validar legalmente la sustitución parcial de horas de vuelo real por horas de simulación. Este anexo desarrolla esa figura y el procedimiento para su aplicación.

B.2. Fundamento reglamentario y figura normativa propuesta

El Reglamento de Educación Militar 2025 delega en la normativa de evaluación de vuelo de cada Fuerza la regulación de las fases de vuelo y de la obtención de nuevas calificaciones operativas en el empleo de los equipos de vuelo (art. 153). Los cursos de reentrenamiento, recertificación y entrenamiento adaptativo en simulador se inscriben en los procesos de Especialización Militar y Capacitación (arts. 6, 93, 94 y 101), cuyos diseños curriculares solo pueden modificarse con aprobación de la autoridad educativa de la Fuerza, que en la Armada es la Dirección General de Educación y Doctrina (DIGEDO).

De estas disposiciones se sigue que la equivalencia entre horas de simulador y horas de vuelo real no puede establecerse en el syllabus por sí solo ni por decisión de una escuela de manera aislada. Requiere un instrumento normativo de la Fuerza Naval, denominado en esta obra

Reglamento de Equivalencias de Créditos y Horas Adaptativas, aprobado por la autoridad educativa naval con la concurrencia del Comando de la Aviación Naval e incorporado a la normativa de evaluación de vuelo. La jerarquía exacta de dicho instrumento (norma de evaluación, directiva u orden de comando) y el órgano facultado para expedirlo deberán ser determinados por la Asesoría Jurídica institucional conforme al ordenamiento militar.

B.3. Procedimiento de homologación

El instrumento debe contener, como mínimo, las definiciones de dispositivo de simulación, crédito adaptativo y hora equivalente; la clasificación de las maniobras y tareas según su condición de sustituibles, parcialmente sustituibles o no sustituibles por simulación, determinada por el Comando de la Aviación Naval para cada tipo de aeronave y misión; los límites máximos de sustitución por fase de instrucción; los requisitos de certificación técnica del dispositivo; las condiciones de acreditación individual basadas en el nivel de proficiencia demostrado; y las reglas de registro, vigencia y revisión. La tabla A4 organiza su elaboración y aplicación en cinco etapas.

Tabla A4. *Procedimiento de homologación de horas y créditos por entrenamiento adaptativo*

Etapa	Actividad	Producto	Instancia responsable
1. Certificación técnica del dispositivo	Verificación de la fidelidad operacional del simulador y del software adaptativo respecto de la aeronave y la misión; auditoría de interoperabilidad.	Certificado técnico de aptitud e interoperabilidad	Unidad de Aseguramiento de la Calidad / Dirección de Tecnología / Comando de la Aviación Naval

Etapa	Actividad	Producto	Instancia responsable
2. Validación de transferencia	Estudio piloto comparativo del desempeño en aeronave tras el entrenamiento adaptativo, conforme a la metodología de pilotaje de la sección 2.5.2 (tabla 8) y a los factores de la tabla 11.	Informe de validación empírica	Escuela de Aviación Naval / Comité de Innovación Educativa
3. Definición de equivalencias	Clasificación de maniobras y tareas según su sustituibilidad; fijación de límites máximos de sustitución por fase y tipo de aeronave, con criterios de proficiencia individual.	Proyecto de Reglamento de Equivalencias de Créditos y Horas Adaptativas	DIGEDO / Comando de la Aviación Naval
4. Revisión jurídica y aprobación	Verificación de conformidad con el Reglamento de Educación Militar y con la normativa de evaluación de la Fuerza; expedición del instrumento y registro del syllabus modular.	Instrumento normativo aprobado; syllabus registrado	Asesoría Jurídica / autoridad educativa naval
5. Aplicación, registro y auditoría	Registro digital de créditos en el expediente del alumno; verificación de límites de horas por período; revisión periódica de las equivalencias.	Registro de proficiencia; informe de auditoría	Escuela de Aviación Naval / Unidad de Aseguramiento de la Calidad

Nota: Elaboración propia (2026).

B.4. Salvaguardas de la homologación

La homologación debe someterse a cuatro salvaguardas. Primera, la equivalencia se concede por evidencia de transferencia y no por presunción, de modo que ningún crédito adaptativo se reconoce sin el estudio de validación de la etapa 2. Segunda, las tareas de evaluación cuya ejecución involucra riesgo personal, material o empleo

de recursos no admiten repetición conforme a las disposiciones reglamentarias sobre evaluación, por lo que corresponde al Comando de la Aviación Naval definir cuáles evaluaciones finales deben mantenerse en aeronave real. Tercera, los créditos se registran en el expediente del alumno y en su hoja de vida, conforme a las disposiciones del Reglamento de Educación Militar 2025 sobre el registro de la capacitación. Cuarta, las equivalencias se revisan como mínimo al término de la vigencia del diseño curricular aprobado, o antes si los resultados de la auditoría así lo aconsejan.

Anexo C. Transposición de estándares internacionales a la normativa de la Aviación Naval

C.1. Sentido de la transposición

Transponer un estándar internacional no consiste en adoptarlo textualmente, sino en identificar la exigencia técnica que contiene, contrastarla con lo que ya dispone la normativa nacional, adaptarla a las aeronaves, misiones y condiciones operacionales de la Aviación Naval y darle validez institucional mediante el instrumento normativo competente. Los umbrales que la tabla 4 toma de la normativa de la Autoridad de Aviación Militar del Reino Unido sobre vigencia operacional y entrenamiento de continuación (RA 2103) deben leerse, en consecuencia, como parámetros comparativos y no como valores exigibles a la Aviación Naval del Ecuador.

C.2. Marcos de referencia e instrumentos nacionales de destino

La tabla A5 identifica, para cada marco internacional utilizado en la obra, el elemento tomado como referencia, el instrumento nacional al que debe transponerse y la acción concreta de transposición.

Tabla A5. *Transposición de los marcos internacionales a los instrumentos normativos nacionales*

Marco internacional de referencia	Elemento utilizado en la obra	Instrumento nacional de destino	Acción de transposición
OACI, PANS-TRG (Doc 9868)	Principios de instrucción y evaluación basadas en competencias.	Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025; diseño curricular del curso (competencia específica y perfil de egreso); Manual de	Mapear las competencias observables y los niveles de proficiencia de la obra hacia las competencias específicas del diseño curricular y traducir la terminología al glosario

Marco internacional de referencia	Elemento utilizado en la obra	Instrumento nacional de destino	Acción de transposición
		Educación de la Armada 2026.	del Reglamento de Educación Militar 2025.
UK MAA, RA 2103 (Currency and Continuation Training)	Determinación de requisitos mínimos de actividad y de entrenamiento de continuación por tipo de aeronave y función operacional.	Normativa de evaluación de vuelo de la Fuerza Naval; plan de adiestramiento y vigencia operacional del Comando de la Aviación Naval.	Tratar los umbrales de la tabla 4 como referencia comparativa; el Comando de la Aviación Naval fija los valores propios por tipo de aeronave y función con base en su experiencia operacional, y la Asesoría Jurídica formaliza el instrumento.
OTAN, HFM RTG-237 (sistemas tutoriales inteligentes)	Evaluación de tecnologías y oportunidades de tutoría inteligente en contextos militares.	Procedimiento de certificación técnica de simuladores y software adaptativo; protocolo de auditoría de algoritmos (tabla 10).	Convertir las consideraciones del estudio en criterios de aceptación técnica, de validación de la lógica adaptativa y de auditoría periódica, bajo responsabilidad de la Unidad de Aseguramiento de la Calidad.
Marcos de factores humanos (CRM, TEM y ORM) examinados en los capítulos I y IV	Estructura conductual de la coordinación de tripulación, la gestión de amenazas y errores y la gestión del riesgo operacional.	Sistema Integrado de Seguridad de Fuerza; doctrina de seguridad operacional naval.	Homologar la terminología y los indicadores conductuales con la doctrina de seguridad de la Fuerza e incorporar en su normativa los criterios de reprobación automática del Anexo G.

Nota: Elaboración propia con base en International Civil Aviation Organization (2020), UK Military Aviation Authority (2024) y NATO Human Factors and Medicine Panel Research Task Group 237 (2018).

C.3. Ruta de transposición

La transposición comprende cinco momentos sucesivos. El primero consiste en inventariar los requisitos referenciales que la obra emplea y clasificarlos según su naturaleza técnica, pedagógica o de seguridad. El segundo contrasta cada requisito con la normativa nacional, mediante la matriz del Anexo A, para determinar si existe una disposición equivalente, una disposición parcial o una brecha. El tercero adapta el requisito a las aeronaves, misiones y especialidades de la Aviación Naval, incluidas el ala fija, el ala rotatoria y los sistemas no tripulados. El cuarto somete la adaptación a revisión jurídica y la incorpora al instrumento normativo competente. El quinto verifica periódicamente su vigencia y la actualiza cuando el marco internacional o la normativa nacional evolucionan, al menos al término de la vigencia del diseño curricular aprobado conforme al Reglamento de Educación Militar 2025.

Anexo D. Marco de protección de datos, integridad y ética en plataformas de aprendizaje adaptativo

D.1. Fundamento jurídico y alcance

Las plataformas adaptativas, los simuladores con analítica y los sensores fisiológicos de carga cognitiva descritos en los capítulos III y V generan datos individuales de desempeño, tiempos de reacción, parámetros de vuelo y, potencialmente, indicadores fisiológicos de cada oficial alumno. Su tratamiento exige un marco explícito. La Constitución de la República reconoce el derecho a la protección de datos de carácter personal (art. 66, numeral 19), y la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, publicada en el Registro Oficial Suplemento 459 del 26 de mayo de 2021, regula su tratamiento y considera categorías especiales de datos, entre otros, los datos de salud (art. 25).

La propia Ley reconoce que los datos cuyo tratamiento se encuentra regulado por normativa especializada en materia de seguridad nacional y defensa del Estado se sujetan a los principios de esa normativa y a los de la Ley en los casos que corresponda, pero dispone que en todo caso deben observarse como mínimo los criterios de legalidad, proporcionalidad y necesidad (art. 11). Corresponde por tanto a la Armada expedir disposiciones internas específicas, con garantías al menos equivalentes, para los datos de desempeño recopilados por las plataformas adaptativas. Por su parte, el Reglamento de Educación Militar 2025 reconoce al alumno el derecho a acceder a los registros y expedientes de su procedimiento académico y exige que las resoluciones de las instancias académicas respeten los principios de legalidad y transparencia, la seguridad jurídica y el debido proceso. Todo lo anterior se entiende sin perjuicio de la clasificación de la información conforme a las normas de seguridad de la institución.

D.2. Principios y disposiciones normativas propuestas

Tabla A6. *Principios y disposiciones propuestas para la custodia y el uso de los datos de desempeño*

Principio	Disposición propuesta	Instancia responsable
Finalidad y proporcionalidad	Los datos se recopilan exclusivamente para fines formativos, de seguridad operacional y de mejora curricular definidos en el protocolo. Toda finalidad adicional requiere autorización expresa de la autoridad competente.	DIGEDO / Asesoría Jurídica
Minimización y datos sensibles	La captura se limita a los indicadores necesarios para la decisión pedagógica. Los indicadores fisiológicos y cualquier dato de salud se tratan como categoría especial, se mantienen separados del expediente académico y solo los procesa personal autorizado, con las garantías legales aplicables.	Asesoría Jurídica / servicios de sanidad naval competentes
Transparencia y acceso	El alumno es informado de los datos que se recopilan y del uso que se les da, y accede a su registro y a la evidencia que sustenta cada evaluación (Reglamento de Educación Militar 2025).	Escuela de Aviación Naval
Custodia y ciberseguridad	Protocolo de ciberseguridad y custodia aprobado antes de la puesta en operación de la plataforma: perfiles de acceso por rol, registro de accesos, cifrado, respaldos y almacenamiento en infraestructura autorizada por la institución.	Dirección de Tecnología / Asesoría Jurídica
Conservación y supresión	Plazos de conservación diferenciados por tipo de dato. Los datos brutos de sensores se suprimen o anonimizan una vez cumplida su finalidad y se conserva el registro de proficiencia que integra el expediente.	Escuela de Aviación Naval / Asesoría Jurídica
Decisión humana y debido proceso	Los resultados algorítmicos son evidencia de apoyo y no resoluciones. Ninguna decisión de aptitud, reprobación,	Instancia académica

Principio	Disposición propuesta	Instancia responsable
	separación o cancelación se adopta de forma exclusivamente automatizada: corresponde a la instancia reglamentaria competente, con derecho de apelación (Reglamento de Educación Militar 2025).	competente / DIGEDO
Integridad y trazabilidad	Registro inalterable de las sesiones y de toda modificación de calificaciones; controles contra la manipulación de datos, en coherencia con las disposiciones sobre deshonestidad académica (Reglamento de Educación Militar 2025).	Unidad de Aseguramiento de la Calidad / Dirección de Tecnología
Auditoría de algoritmos	Revisión periódica de la validez, la equidad y la explicabilidad de los algoritmos de ajuste dinámico y de predicción, con informe al comité de innovación educativa.	Unidad de Aseguramiento de la Calidad

Nota: Elaboración propia con base en la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (2021) y el Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador 2025 (Ministerio de Defensa Nacional, 2025).

D.3. Ética en el uso de datos de desempeño militar

En coherencia con los límites éticos examinados en las secciones 3.1.5 y 5.2.5, los datos de desempeño de los oficiales alumnos solo podrán emplearse con fines de investigación previa anonimización y con autorización de la instancia competente. Los resultados agregados que se difundan fuera de la institución no deben permitir la identificación individual ni revelar información operacionalmente sensible. Asimismo, el alumno debe conocer con antelación los criterios con que el sistema adapta su ruta y los alcances de la evidencia digital utilizada en el debriefing y en la evaluación, de modo que la personalización refuerce, y no menoscabe, la confianza entre el instructor y el alumno.

Anexo E. Calibración de la hoja de ruta a la planificación y al presupuesto institucional

E.1. Criterio de calibración

La tabla 18 propone una secuencia de cinco fases de institucionalización con horizontes temporales orientativos, y la tabla 17 examina las categorías de costos y beneficios de la transformación tecnológica. Este anexo no modifica dichas tablas ni asigna cifras que solo la Armada puede determinar. Propone, en cambio, un criterio para calibrarlas frente a los planes operativos y presupuestarios reales de la institución: cada fase se descompone en componentes que no dependen de inversión tecnológica adicional y en componentes condicionados a la asignación presupuestaria, de modo que la implementación pueda avanzar aun cuando esta última no esté disponible.

Los componentes normativos y pedagógicos, como la matriz de alineación, el procedimiento de homologación, los instrumentos de evaluación, el protocolo de retroalimentación y la capacitación de instructores, tienen un costo relativamente bajo y constituyen la base mínima viable del modelo. Las tecnologías de mayor complejidad, entre ellas los sensores fisiológicos de carga cognitiva, las redes avanzadas, la analítica de grandes volúmenes de datos y la inteligencia artificial, se incorporan por etapas y sujetas a decisiones de inversión sustentadas en los resultados del piloto.

E.2. Articulación de cada fase con la planificación institucional

Tabla A7. *Calibración de las fases de la hoja de ruta frente a la planificación y el presupuesto institucional*

Fase (tabla 18)	Componentes de bajo costo relativo (base mínima viable)	Componentes condicionados a asignación presupuestaria	Instrumento de planificación y criterio de decisión
1. Diagnóstico y preparación	Matriz de alineación normativa (Anexo A); diagnóstico de brechas; capacitación inicial de instructores; diseño del protocolo de datos (Anexo D).	Levantamiento técnico de la infraestructura de simulación y conectividad existente.	Inclusión de las actividades en el plan operativo anual. Decisión: aprobación del diagnóstico por la autoridad educativa naval.
2. Implementación piloto	Aplicación de los instrumentos BARS, rúbrica y debriefing (Anexo G) en los simuladores disponibles; primer estudio de transferencia.	Licenciamiento de módulos de analítica sobre simuladores existentes; sensores en fase experimental limitada.	Plan operativo anual y, si requiere inversión, plan anual de inversiones. Decisión: informe de pilotaje (tabla 8).
3. Ajuste y validación	Emisión del Reglamento de Equivalencias (Anexo B); ajuste del syllabus; transposición de estándares (Anexo C).	Ampliación de la analítica y de la retroalimentación automatizada según los resultados del piloto.	Plan anual de contratación, cuando corresponda. Decisión: informe de validación empírica.
4. Expansión progresiva	Extensión de instrumentos y capacitación docente a otras especialidades (ala fija, ala rotatoria y	Adaptación de escenarios y dispositivos por especialidad; infraestructura de red.	Presupuesto de la fase. Decisión: resultados de la fase 3 y disponibilidad presupuestaria.

Fase (tabla 18)	Componentes de bajo costo relativo (base mínima viable)	Componentes condicionados a asignación presupuestaria	Instrumento de planificación y criterio de decisión
	sistemas no tripulados).		
5. Consolidación y mejora continua	Recertificación periódica y revisión curricular basada en la analítica agregada.	Renovación tecnológica y prospectiva (sección 5.3).	Planes de mejora alineados al Plan Estratégico Institucional (Reglamento de Educación Militar 2025).

Nota: Elaboración propia (2026).

Anexo F. Matriz normativo-curricular para la formación adaptativa en la Aviación Naval

La Dirección General de Educación y Doctrina (DIGEDO) es el órgano rector encargado de la regulación, supervisión, acreditación y aseguramiento de la calidad dentro del subsistema educativo de la Armada del Ecuador. Para integrar en el marco regulatorio naval el modelo de instrucción adaptativa, sostenido en analítica de aprendizaje, algoritmos de ajuste dinámico y simulación de alta fidelidad, se requiere articular las fases del diseño instruccional con los procesos de auditoría, certificación e inspección institucionales, organizados según los tres pilares del Modelo Pedagógico del Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025: Planificación Académica (fases 1 y 2), Administración Académica (fases 3 y 4) y Evaluación Académica (fase 5). La tabla A8 presenta esa articulación para cada una de las cinco fases del modelo, con remisión al Manual de Educación de la Armada 2026.

Tabla A8. *Matriz normativo-curricular del modelo adaptativo*

Fase, componentes y actividades del modelo adaptativo	Proceso de evaluación y regulación (DIGEDO / Aviación Naval)	Mecanismo de homologación y verificación normativa; instancia responsable
1. Análisis y diagnóstico • Diagnóstico de brechas de competencia y medición de heterogeneidad cognitiva inicial. • Análisis de tareas críticas de vuelo mediante consulta estructurada a expertos. • Priorización curricular basada en la matriz de riesgo operacional.	• Auditoría de perfiles de ingreso y validación del diagnóstico de necesidades formativas. • Supervisión de los criterios de selección psicomotora y cognitiva.	• Aprobación oficial del Informe Diagnóstico de Brechas y Necesidades Formativas. • Validación del perfil competencial inicial del oficial y tripulante alumno. **Instancia responsable:** DIGEDO / Escuela de Aviación Naval

Fase, componentes y actividades del modelo adaptativo	Proceso de evaluación y regulación (DIGEDO / Aviación Naval)	Mecanismo de homologación y verificación normativa; instancia responsable
2. Diseño formativo y arquitectura modular • Estructuración modular en núcleos de conocimiento, contenidos imprescindibles y contenidos complementarios. • Definición de puntos de bifurcación curricular por especialidad (ala fija, ala rotatoria, UAV). • Configuración algorítmica de trayectorias personalizadas y resultados de aprendizaje.	• Evaluación de la alineación constructiva entre resultados de aprendizaje, estándares de proficiencia y doctrina naval. • Revisión técnica del diseño curricular y del syllabus modular.	• Emisión del Reglamento de Equivalencias de Créditos y Horas Adaptativas (Anexo B). • Registro e institucionalización del syllabus modular y sus rutas específicas. **Instancia responsable:** DIGEDO / Comité de Innovación Educativa / comité de módulo
3. Desarrollo e integración tecnológica • Creación de escenarios simulados con algoritmos de ajuste dinámico de dificultad. • Implementación de sistemas tutoriales inteligentes y analítica predictiva. • Integración de recursos didácticos inmersivos y bancos de casos operacionales.	• Evaluación psicométrica y técnica de los recursos didácticos y sistemas de simulación. • Auditoría de calidad de las herramientas tecnológicas y su fidelidad operacional.	• Certificación técnica de aptitud e interoperabilidad de simuladores y software adaptativo. • Aprobación del protocolo de ciberseguridad y custodia de datos del oficial alumno (Anexo D). **Instancia responsable:** Unidad de Aseguramiento de la Calidad / Asesoría Jurídica / Dirección de Tecnología
4. Implementación y entrenamiento operacional • Ejecución del entrenamiento con monitoreo dinámico de	• Inspección y evaluación continua del progreso en simulador y vuelo real supervisado.	• Reconocimiento formal de créditos por entrenamiento adaptativo y registro digital de proficiencia.

Fase, componentes y actividades del modelo adaptativo	Proceso de evaluación y regulación (DIGEDO / Aviación Naval)	Mecanismo de homologación y verificación normativa; instancia responsable
carga cognitiva, fatiga y desempeño. • Generación de retroalimentación inmediata basada en desempeño y alertas tempranas. • Facilitación del instructor militar sobre el proceso algorítmico.	• Evaluación de la transferencia de destrezas psicomotoras y juicio situacional.	• Verificación de límites de horas por período y control de deterioro operacional. **Instancia responsable:** Escuela de Aviación Naval / Instructores de vuelo / Comando de la Aviación Naval
5. Evaluación sumativa, certificación y mejora continua • Evaluaciones prácticas en escenarios críticos integrando CRM, TEM y ORM (Anexo G). • Procesamiento de analítica agregada para la actualización curricular continua. • Programas de recertificación y reentrenamiento periódico.	• Auditoría multinivel del rendimiento de cohortes y calidad del entrenamiento. • Acreditación objetiva de la proficiencia mediante instrumentos estandarizados.	• Emisión del Certificado Oficial de Proficiencia Operacional respaldado por DIGEDO. • Actualización normativa periódica del currículo fundamentada en evidencia empírica. **Instancia responsable:** DIGEDO / Comando de la Aviación Naval / junta académica (refrendación de calificaciones conforme al Reglamento de Educación Militar 2025)

Nota: Elaboración propia (2026).

La matriz debe leerse junto con los anexos A, B y D, que desarrollan, respectivamente, la alineación con la normativa educativa militar, el mecanismo de homologación de horas y créditos, y el marco de custodia de datos que condicionan las aprobaciones de las fases 2, 3 y 4.

Anexo G. Instrumentos de evaluación para escenarios de simulación crítica (Fase 5)

En la Fase 5 del modelo adaptativo (evaluación sumativa, certificación y mejora continua), la evaluación debe certificar objetivamente la proficiencia operacional del aviador naval mediante evidencias de desempeño observable en escenarios simulados de alta complejidad. Para garantizar la validez psicométrica y la imparcialidad del proceso, se estructuran tres instrumentos complementarios que integran los marcos de Gestión de Recursos de Tripulación (CRM), Gestión de Amenazas y Errores (TEM) y Gestión del Riesgo Operacional (ORM), y se completan con un protocolo de debriefing. Estos instrumentos desarrollan lo expuesto en las secciones 4.3.5, 5.1.2 (tabla 15) y 5.1.4 de la obra.

G.1. Instrumento 1: escala de calificación conductual anclada (BARS) para CRM, TEM y ORM

Este instrumento evalúa las capacidades cognitivas, tácticas y actitudinales en escenarios críticos. Aplica una escala de cuatro niveles de proficiencia con anclas conductuales observables, presentada en la tabla A9.

Tabla A9. *Escala de calificación conductual anclada (BARS) para CRM, TEM y ORM*

Dimensión de evaluación	Nivel 1: deficiente / no apto (riesgo operacional)	Nivel 2: marginal / en desarrollo (requiere supervisión)	Nivel 3: proficiente / estándar operacional (apto)	Nivel 4: sobresaliente / excelencia táctica
Conciencia situacional y percepción del entorno	Pierde la fijación espacial o la atención sobre los	Detecta cambios operacionales con demora. Requiere	Mantiene una representación mental precisa y continua de la actitud, la	Anticipa proactivamente desviaciones climáticas, tácticas o fallas

Dimensión de evaluación	Nivel 1: deficiente / no apto (riesgo operacional)	Nivel 2: marginal / en desarrollo (requiere supervisión)	Nivel 3: proficiente / estándar operacional (apto)	Nivel 4: sobresaliente / excelencia táctica
	instrumentos clave. Ignora alarmas o cambios críticos en el entorno sin proyectar la evolución del escenario.	llamadas de atención de la tripulación o del sistema para actualizar el modelo mental del vuelo.	posición de la aeronave y las amenazas del entorno.	secundarias antes de que afecten la seguridad de la misión.
Gestión del riesgo operacional (ORM)	Incurre en conductas de riesgo inaceptable s o viola los mínimos de seguridad establecidos sin evaluar las consecuencias.	Identifica riesgos evidentes pero vacila en la aplicación de medidas mitigadoras o excede su margen de autoridad decisional.	Evalúa el riesgo residual de forma estructurada y aplica contramedidas oportunas según la normativa institucional.	Maximiza la probabilidad de éxito de la misión bajo incertidumbre severa mediante una mitigación dinámica del riesgo.
Manejo de amenazas y errores (TEM)	Ignora las amenazas externas; comete errores no detectados que conducen a un estado no deseado de la aeronave (UAS).	Identifica la amenaza pero reacciona de forma tardía ante el error, requiriendo maniobras bruscas de recuperación.	Reconoce activamente las amenazas del entorno, detecta errores propios o de la tripulación y aplica contramedidas de mitigación.	Neutraliza la cadena del error en su fase inicial, evitando la formación de estados no deseados mediante contramedidas sistemática s.
Coordinación y comunicación (CRM)	Comunicación ambigua o ausente. Asume un mando autocrático o pasivo, bloqueando el	Transmite información incompleta o fuera de tiempo. La coordinación entre piloto y tripulación	Utiliza fraseología estandarizada, confirma órdenes (readback), distribuye cargas de	Lidera con claridad multidireccional, optimiza la sinergia de la tripulación y coordina eficazment e

Dimensión de evaluación	Nivel 1: deficiente / no apto (riesgo operacional)	Nivel 2: marginal / en desarrollo (requiere supervisión)	Nivel 3: proficiente / estándar operacional (apto)	Nivel 4: sobresaliente / excelencia táctica
	flujo de información en la cabina.	presenta fricciones bajo estrés.	trabajo y fomenta la asertividad táctica.	con el personal de mantenimiento o control.

Nota: Elaboración propia (2026).

Para que los resultados de la escala tengan efecto reglamentario, deben expresarse en la escala de calificaciones del Reglamento de Educación Militar 2025 (art. 147) y respetar las calificaciones mínimas de aprobación que ese reglamento fija para la Especialización Militar y la Capacitación (art. 151). La tabla A10 propone una correspondencia con un umbral de aprobación del 80 % (16/20). Dado que la evaluación de las fases de vuelo se rige por la normativa de la Fuerza (art. 153), esta correspondencia constituye una propuesta para su adopción en dicha normativa, y los umbrales deberán ratificarse con el texto del art. 151 antes de su aplicación.

Tabla A10. *Correspondencia propuesta entre los niveles BARS y la escala de calificaciones del Reglamento*

Nivel BARS	Rango porcentual propuesto	Escala del Reglamento 2025 (art. 147)	Consecuencia reglamentaria de referencia
Nivel 4: sobresaliente	90 a 100 % (18 a 20/20)	A	Aprobado con excelencia.
Nivel 3: proficiente	80 a 89,99 % (16 a 17,99/20)	B	Aprobado; alcanza la calificación mínima de aprobación de 80 % (16/20) prevista para Especialización Militar y Capacitación (art. 151).

Nivel BARS	Rango porcentual propuesto	Escala del Reglamento 2025 (art. 147)	Consecuencia reglamentaria de referencia
Nivel 2: marginal	60 a 79,99 % (12 a 15,99/20)	C a D	No aprobado; habilita la recuperación del aprendizaje prevista en el Reglamento 2025, salvo en evaluaciones que involucren riesgo, que no admiten repetición.
Nivel 1: deficiente	Menos de 60 % (menos de 12/20)	D a E	Reprobado; el aviso de bajo rendimiento y la eventual cancelación se tramitan por la instancia reglamentaria.

Nota: Elaboración propia con base en el Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador 2025 (Ministerio de Defensa Nacional, 2025).

G.2. Instrumento 2: rúbrica analítica de desempeño técnico y psicomotor en emergencias

Basada en la progresión psicomotora de la taxonomía de Simpson examinada en la sección 2.1.3 (mecanismo, respuesta compleja y adaptación), esta rúbrica mide la precisión procedimental y la respuesta fisiológico-cognitiva durante la simulación de fallas críticas en vuelo. La secuencia evaluada comprende la detección de la falla, la ejecución de las acciones de memoria, el control de los parámetros de vuelo y la gestión cognitiva del estrés. El puntaje máximo de la rúbrica es de doce puntos, y su conversión porcentual se integra a la matriz de ponderación del Instrumento 3.

Tabla A11. *Rúbrica analítica de desempeño técnico y psicomotor en emergencias*

Criterio de evaluación	0 puntos (deficiente)	2 puntos (satisfactorio)	3 puntos (excelente)
1. Detección y diagnóstico de la falla	No identifica la falla o realiza un diagnóstico erróneo que empeora la condición de la aeronave.	Identifica la falla dentro de los tiempos estándar mediante el escaneo de instrumentos y alarmas.	Reconoce síntomas sutiles o precursores de falla de forma inmediata y anuncia la emergencia con precisión.
2. Ejecución de listas de verificación de emergencia	Omite acciones de memoria críticas (memory items) o ejecuta pasos fuera de la secuencia normativa.	Ejecuta las acciones de memoria correctamente y completa la lista de verificación guiada sin errores sustanciales.	Ejecuta el procedimiento con fluidez automatizada, verificación cruzada e integración precisa con el copiloto o la tripulación.
3. Control y mantenimiento de parámetros de vuelo	Excede los límites operativos permitidos (altitud ±200 ft, velocidad ±15 kt, rumbo ±10°) y pone en riesgo la aeronave.	Mantiene la aeronave dentro de las tolerancias estándar de vuelo instrumental bajo condición de falla.	Mantiene un control de vuelo estable con variaciones mínimas, compensando de forma suave las asimetrías o pérdidas de potencia.
4. Gestión de la carga cognitiva y del estrés	Demuestra parálisis por análisis, visión de túnel o bloqueo cognitivo ante la acumulación de alarmas.	Dosifica la atención entre el pilotaje básico y la resolución del problema sin desatender la navegación.	Mantiene la calma operacional, autorregula su respuesta al estrés y redistribuye eficazmente la carga de trabajo.

Nota: Elaboración propia (2026). Los límites de altitud, velocidad y rumbo son valores de referencia que deberán ajustarse por tipo de aeronave, fase de vuelo y manual de operación aprobado.

G.3. Instrumento 3: protocolo sumativo y criterios de reprobación automática

Para certificar la proficiencia operacional, la evaluación en simulador incorpora límites de seguridad innegociables. La tabla A12 presenta la matriz de ponderación final. Esta ponderación se propone para la certificación de proficiencia en simulador y deberá incorporarse a la normativa de evaluación de vuelo de la Fuerza Naval a la que remite el art. 153 del Reglamento de Educación Militar 2025, de modo que su relación con las ponderaciones generales de asignaturas y módulos que fija el Manual de Educación de la Armada 2026 quede expresamente definida.

Tabla A12. *Matriz de ponderación final de la certificación de proficiencia en simulador*

Componente	Ponderación
Desempeño técnico y psicomotor (Instrumento 2)	40 %
CRM / TEM / ORM: factores humanos (Instrumento 1)	40 %
Evaluación teórica y doctrinaria aplicada	20 %
Nota mínima de aprobación	80 % (o Nivel 3 en todas las dimensiones BARS)

Nota: Elaboración propia (2026).

Independientemente del puntaje acumulado, el oficial alumno será calificado como NO APTO si incurre en cualquiera de las faltas críticas que enumera la tabla A13 durante el escenario simulado.

Tabla A13. *Criterios de reprobación automática (red lines)*

Falta crítica	Descripción	Referencia normativa
Violación de mínimos de seguridad	Descender por debajo de la altitud mínima de decisión (MDA/DA) sin contacto visual en aproximación instrumental.	Reglamento 2025: evaluaciones con riesgo que no admiten repetición; normativa de evaluación de vuelo de la Fuerza (art. 153); normas de seguridad de la Fuerza.
Omisión de acciones de memoria	No ejecutar de forma inmediata y correcta las acciones críticas ante fuego de motor, pérdida de presión hidráulica o falla de control.	Reglamento 2025: evaluaciones con riesgo que no admiten repetición; normativa de evaluación de vuelo de la Fuerza (art. 153).
Pérdida de control en vuelo (LOC-I)	Incursión en actitudes anormales o desorientación espacial sin aplicar la maniobra de recuperación correcta.	Reglamento 2025: evaluaciones con riesgo que no admiten repetición; normativa de evaluación de vuelo de la Fuerza (art. 153).
Infracción doctrinaria o de disciplina	Desobedecer deliberadamente una directiva de seguridad o callar ante un error crítico detectado en la cabina (falta de asertividad).	Normas de seguridad de la Fuerza; régimen disciplinario de la Ley Orgánica de Personal y Disciplina de las Fuerzas Armadas.

Nota: Elaboración propia con base en el Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador 2025 (Ministerio de Defensa Nacional, 2025).

La calificación de NO APTO por criterio de reprobación automática es un resultado de la evaluación. Las consecuencias formales, como la cancelación del curso, corresponden a la instancia académica competente mediante resolución motivada, susceptible de los recursos que prevé el Reglamento de Educación Militar 2025, en coherencia con el principio de decisión humana y debido proceso del Anexo D.

G.4. Protocolo de debriefing estructurado posterior a la simulación

Posterior a la sesión simulada se aplica un proceso de retroalimentación adaptativa apoyado en el ciclo experiencial de Kolb (sección 2.1.4) y en la metacognición aplicada al análisis del desempeño en vuelo (sección 3.4.3). La tabla A14 describe sus tres momentos.

Tabla A14. *Protocolo de debriefing estructurado posterior a la simulación*

Momento	Duración	Actividad	Producto
1. Autoevaluación metacognitiva	3 a 5 min	El alumno analiza su propio desempeño, identificando aciertos y brechas antes de recibir el informe del evaluador.	Autoinforme
2. Revisión de evidencia digital	10 min	Contraste entre la percepción del piloto y los datos recopilados por la analítica del simulador (parámetros de vuelo y tiempos de reacción).	Informe comparado
3. Plan de acción y retroalimentación correctiva	5 min	Definición de ejercicios específicos de refuerzo para consolidar las competencias observadas en Nivel 1 o 2.	Plan de refuerzo registrado

Nota: Elaboración propia (2026). El acceso del alumno y del instructor a la evidencia digital se rige por el Anexo D.

Referencias de los anexos

Armada del Ecuador. (2026). *Manual de Educación de la Armada*.

Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial 449 del 20 de octubre de 2008.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). *Ley Orgánica de Protección de Datos Personales*. Registro Oficial Suplemento 459 del 26 de mayo de 2021.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2023). *Ley Orgánica de Personal y Disciplina de las Fuerzas Armadas*.

Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas del Ecuador. (2025). *Modelo Educativo de las Fuerzas Armadas 2025*.

Ministerio de Defensa Nacional del Ecuador. (2025). *Reglamento de Educación Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador* (Acuerdo Ministerial Nro. 098; Orden General Ministerial Nro. 036).

RESUMEN DEL PROYECTO

Este trabajo presenta un modelo de diseño instruccional adaptativo para la optimización de competencias técnicas y militares en la Aviación Naval del Ecuador, integrando tecnología, simulación y metodologías de aprendizaje avanzado.

Aviación Naval - Armada del Ecuador

2026



PÁGINAS BRILLANTES ECUADOR
Palabras Brillantes, Mentes Creativas

ISBN: 978-9942-575-67-8