



Despegando de un lugar no revelado el 25 de abril de 2021, la 332.<sup>a</sup> Ala Expedicionaria Aérea abrió nuevos caminos cuando configuró seis aeronaves F-15E Strike Eagles para transportar bombas adicionales a bases austeras. Esta nueva configuración permite a la Fuerza Aérea de EUA aumentar las capacidades de combate al transportar más municiones de las que el F-15E puede utilizar en una misión para su almacenamiento en bases de operaciones pequeñas y dispersas. (Foto: Sgto. 2.<sup>o</sup> Paul Duquette, Fuerza Aérea de EUA)

# La inteligencia artificial y el empleo de combate ágil

Teniente coronel Benjamin «Buzz» Hagar dt, Fuerza Aérea de EUA

**E**n 2018, el Secretario de Defensa de Estados Unidos publicó la *Estrategia de Defensa Nacional* (*National Defense Strategy, NDS*), que significa un despertar estratégico para Estados Unidos en el que la principal preocupación para la seguridad nacional es «el resurgimiento de la competencia estratégica a largo plazo por parte de... potencias revisionistas»<sup>1</sup>. Los esfuerzos de modernización militar de Rusia y China han modificado el entorno de seguridad mundial, desplazando a Estados Unidos como la superpotencia mundial dominante o indiscutible.

Entre otras muchas líneas de esfuerzo, la NDS aboga por el desarrollo de una fuerza más letal, resiliente y rápidamente innovadora, capaz de un empleo dinámico y de operaciones impredecibles que desafíen a los responsables de la toma de decisiones del adversario<sup>2</sup>. Las

**El teniente coronel Benjamin «Buzz» Hagardt, de la Fuerza Aérea de EUA,** es el evaluador de los gestores de batallas aéreas dentro del Comando de Combate Aéreo de la Rama de Estandarización, División de Operaciones de Vuelo, Base Aérea Langley, Virginia. Tiene una licenciatura de la Universidad de Arizona y una maestría de la Universidad Aérea. Como un experto en gestión de combate aéreo, tiene más de 1 300 horas de vuelo y combate operando en plataformas del Sistema de Alerta y Control Aerotransportado, y del Centro de Control e Informes. Ha prestado servicio en unidades operacionales como el 964.º Escuadrón de Control Aéreo Aerotransportado, el 966.º Escuadrón de Control Aéreo Aerotransportado, el 607.º Escuadrón de Control Aéreo y el 752.º Escuadrón de Apoyo a las Operaciones.

amenazas presentadas por el armamento enemigo, la tecnología de vigilancia omnipresente y los tiros de largo alcance entre dominios han motivado a la Fuerza Aérea de EUA (*U.S. Air Force, USAF*) a aplicar su marco de resiliencia operacional al nuevo esquema de manobra denominado *empleo de combate ágil* (*agile combat employment, ACE*)<sup>3</sup>. Esta postura de resiliencia permite la capacidad de desplegar nuestras fuerzas mediante la técnica de establecer bases pequeñas, dispersas y adaptables para sobrevivir y operar en todos los dominios<sup>4</sup>.

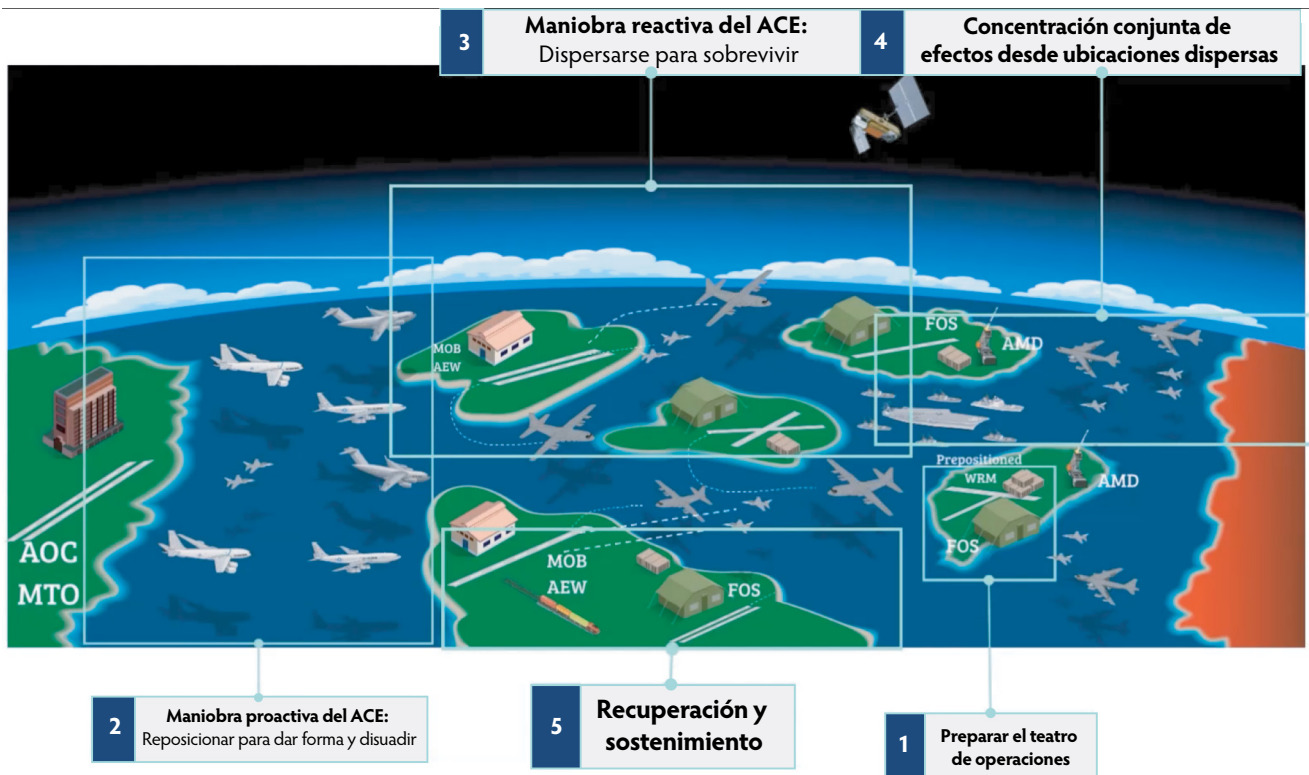
La NDS también aboga por una rápida innovación en sistemas autónomos avanzados, incluida la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (*machine learning, ML*)<sup>5</sup>. China declaró su

intención de convertirse en el líder mundial en IA para 2030, invirtiendo cientos de billones de dólares para aplicar la IA en toda la gama de la toma de decisiones militares, deducciones (por ejemplo, juegos de guerra), y equipamiento de defensa<sup>6</sup>. Opuesto a esta amenaza China, la *Estrategia de Inteligencia Artificial del Departamento de Defensa* de 2018 describe la intención de Estados Unidos de utilizar sistemas de información habilitados por IA para crear sistemas logísticos ágiles y resilientes que empoderen a nuestros líderes militares<sup>7</sup>. Estas iniciativas, aunque se encuentran en sus primeras etapas, presentan oportunidades para prepararse para el empleo estratégico a medida que la tecnología madura. Las empresas comerciales ya han demostrado estar a la vanguardia de la innovación y la integración estratégica de la IA. El aprovechamiento de su éxito podría servir como la vía militar para dominar el campo de batalla «*inteligentizado*» del futuro.

## Muestra de integración del ACE y la IA

Imaginemos que Estados Unidos participa en una operación de contingencia durante la cual la intensificación de la fuerza es inminente. Durante varios meses, los líderes superiores han utilizado sistemas de IA y ML para evaluar los movimientos del enemigo y diseñar una estructura de fuerzas de oposición para responder. Se designan las bases principales de operaciones (*main operating bases, MOB*) y las ubicaciones de contingencia (*contingency locations, CL*), y las fuentes militares de *big data* (datos masivos) informan sobre la disponibilidad de recursos y los mejores métodos de entrega en ese teatro de operaciones. Se publican las directivas de operaciones aéreas y las intenciones del comandante, lo que permite a la IA hacer sugerencias sobre cómo aplicar el poderío aéreo para alcanzar los objetivos. Los comandantes seleccionan y aprueban un curso de acción que ordena el posicionamiento de los medios y equipos de apoyo en esas ubicaciones para prepararse para las operaciones de ACE.

Los objetivos enemigos son identificados para ser atacados por fuerzas amigas con armas de precisión en las próximas veinticuatro horas. El sistema logístico del ACE procesa el efecto deseado, sabiendo qué aeronaves y municiones están disponibles, emparejando aeronaves específicas en función de la carga de armas, la proximidad al objetivo y las misiones de seguimiento.



Una captura de pantalla de una sesión informativa en línea de la Fuerza Aérea de EUA del 15 de diciembre de 2022 esboza el concepto de Empleo de Combate Ágil utilizando un escenario simulado con fases ilustrativas que demuestran el control descentralizado mediante la dispersión de elementos de mando y control reducidos, y despliegue avanzado en una amplia región geográfica. El control descentralizado mitiga la amenaza de que redes enteras de control operacional se degraden drásticamente o se eliminen por completo. La capacidad de operar, sustentar, defender y proyectar el poder se verá remodelada a medida que los nuevos conectores y las diferentes formas de utilizar los medios de aviación, incluido el mayor alcance de las bases marítimas, impulsen tanto el rediseño de las fuerzas como la innovación operativa para su distribución e integración. (Vídeo de asuntos públicos de James Self, Fuerza Aérea de EUA)

Mientras tanto, otros algoritmos calculan el impacto de las condiciones meteorológicas alrededor del área del objetivo y la disponibilidad de otros medios que podrían ser reasignados a esa tarea si el medio emparejado fuera destruido. Esta información se «lanza» de forma proactiva a los responsables de la toma de decisiones, en lugar de esperar a que se soliciten las evaluaciones.

El sistema de amenazas calcula las posibles respuestas del enemigo que preventivamente podrían destruir la aeronave amiga emparejada antes del despegue o mientras vuela hacia el área de la misión. La base de datos de amenazas contiene amplia información sobre las aeronaves enemigas conocidas (por ejemplo, tipos, números, armas, ubicaciones, radio de combate, patrones de vuelo históricos, capacidad de los pilotos, limitaciones diurnas/nocturnas) y las armas de superficie a aire que podrían interceptar el grupo de ataque aéreo. Cuando integra esta información, el sistema de IA recomienda varias

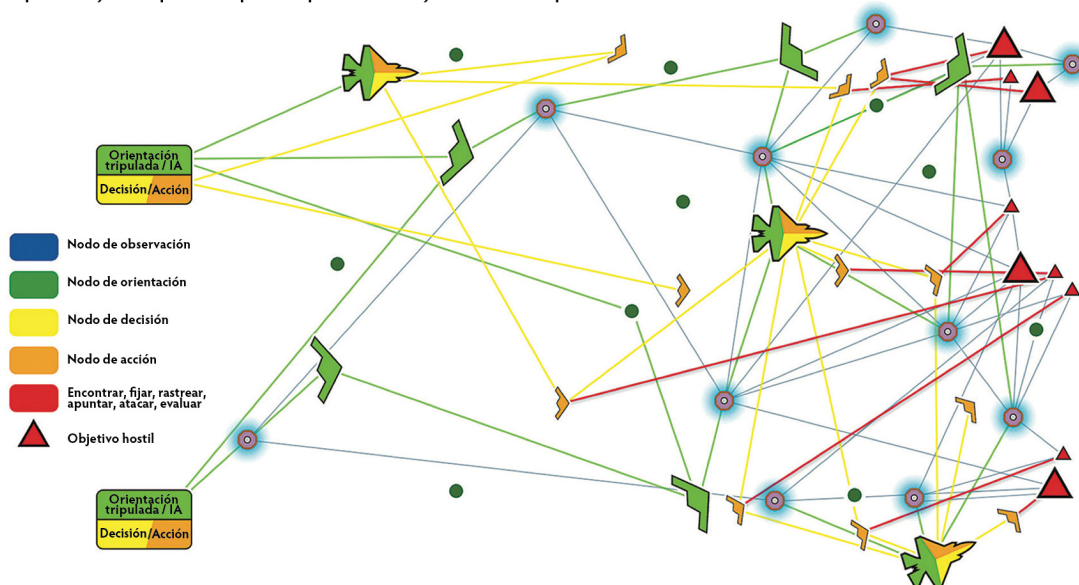
opciones basadas en niveles aceptables de riesgo (por ejemplo, bajo, moderado, significativo, alto, extremo) para los medios disponibles. Si los jefes deciden ajustar los niveles de riesgo, el sistema se ajustará automáticamente para incluir perfiles de solución actualizados y sugerir nuevos cursos de acción. Cuando se anticipa la respuesta enemiga basado en ataques anteriores, la IA sugiere movimientos de los medios de apoyo (incluidos los suministros y el sistema de entrega) a nuevas CL para mejorar la capacidad de supervivencia.

### Elementos del ACE con IA

El ACE se basa en cuatro temas esenciales: agilidad, postura, protección, y mando y control conjunto de todos los dominios (*joint all-domain command and control*, JADC2). Estos temas se aplicaron más a nuestras fuerzas a través de cinco elementos básicos: postura, mando y control, movimiento y maniobra, protección y sostenimiento<sup>8</sup>. El ACE distribuye los

## La «Red Mortal» de guerra mosaico

En la guerra convencional, la cadena de aniquilación se define por el ciclo «OODA», es decir, los pasos necesarios para observar, orientar, decidir y actuar sobre un objetivo. Pero en un constructo operacional en mosaico, la cadena directa se sustituye por una red de nodos sensores que recogen, priorizan, procesan y comparten datos, para luego fusionarlos en una imagen operacional común continuamente actualizada. En lugar de integrar estrechamente todas esas funciones en una única y costosa plataforma, como en la aeronave F-35, en la guerra de mosaico estas funciones se desglosan y reparten entre una multitud de aeronaves tripuladas y no tripuladas que comparten datos y funciones de procesamiento a través de una red en cambio continuo.



(Gráfico: Zaur Eylanbekov, cortesía de Air & Space Magazine)

El empleo de combate ágil distribuye los medios y recursos de apoyo entre las bases de operaciones avanzadas con control descentralizado para ayudar a crear una «Red Mortal» en las operaciones contra adversarios que también limita la interrupción del mando y control por parte del adversario y fomenta la capacidad de supervivencia de la base.

medios y recursos de apoyo entre las bases de operaciones avanzadas con un control descentralizado para garantizar la capacidad de supervivencia y limitar la interrupción del adversario. Así se evita la eliminación de ejes centrales que paralizarían redes enteras de operaciones.

La comparación de la IA del comercio electrónico con el ACE es pertinente porque el marketing empresarial implica un rendimiento relativo a otro competidor con complejas redes de relaciones compuestas por aliados y adversarios. El ACE y la logística del comercio electrónico comparten retos similares y se benefician de las mismas ventajas tecnológicas. Aunque este esquema puede aplicarse a la forma en que los equipamientos de apoyo pueden llegar a las fuerzas amigas que se enfrentan a un adversario de poder global de igual nivel (de forma similar a los paquetes que llegan a los clientes), también puede pensarse en términos de entrega de efectos cinéticos o no cinéticos (por ejemplo, bombas

o interferencias electrónicas de ataque) a objetivos específicos como tropas o armamento enemigos.

### Postura del ACE con IA

El elemento de postura del ACE establece las posiciones de partida desde donde se llevarán a cabo las operaciones, creando predictibilidad estratégica y fluidez operacional. Las acciones iniciales redistribuyen los medios asignados al teatro de operaciones y las fuerzas de seguimiento desde las MOB a las CL avanzadas óptimas para la ejecución de la misión. Estas CL pueden ser planificadas previamente o ad hoc en función del entorno de la amenaza y de los requisitos de asignación de tareas. Esta amplia red de bases flexibles y multiplataforma también debe ser capaz de dar apoyo a conjuntos de misiones completos (por ejemplo, operaciones de reabastecimiento de combustible), no sólo a tipos específicos de aeronaves (por ejemplo, aeronaves cisterna KC-10 o KC-135). Este complejo proceso de planificación y toma de decisiones



Una tripulación aérea del 489.º Escuadrón de Ataque realiza comprobaciones de seguridad previas al vuelo antes de iniciar la capacidad automatizada de despegue y carga de una aeronave no tripulada MQ-9 Reaper en la Base Aérea Creech, Nevada, el 3 de agosto de 2021. Los avances tecnológicos en el uso de drones y el empleo de inteligencia artificial facilitan el mando y control descentralizados de las plataformas operacionales. (Foto: Sgto. 3.º Omari Bernard, Fuerza Aérea de EUA)

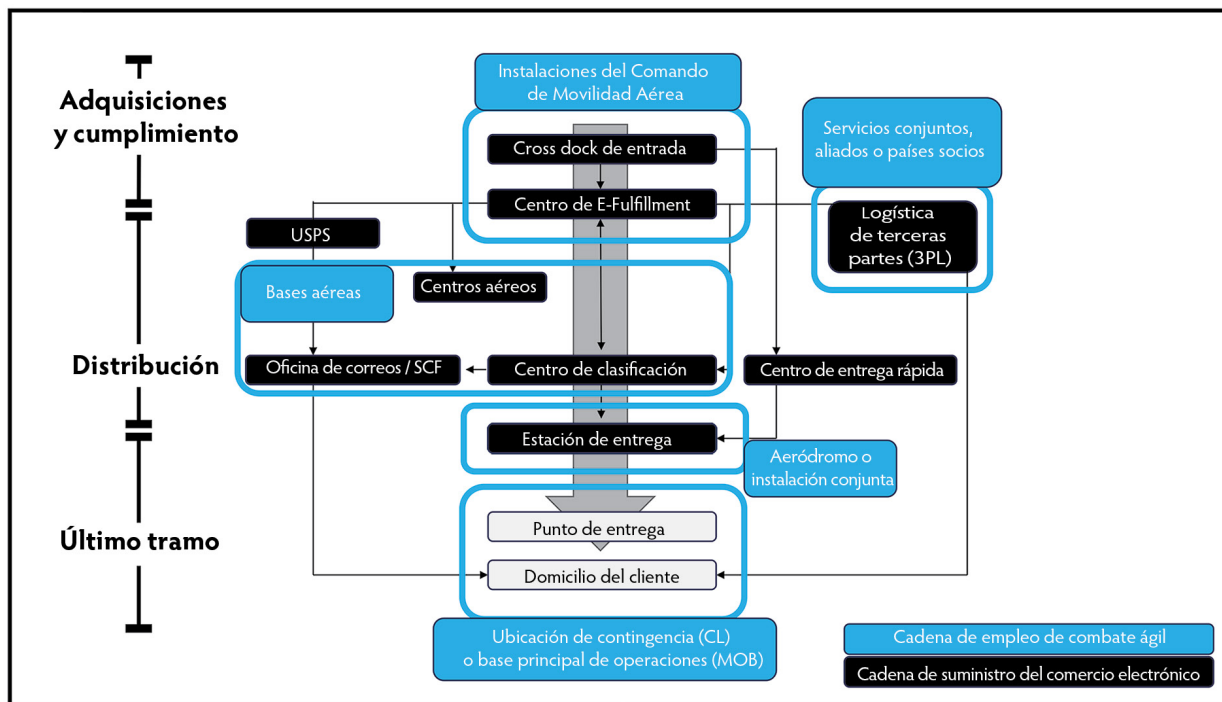
puede beneficiarse de la aplicación de técnicas de ML. Los mismos algoritmos que analizan a los proveedores de comercio electrónico dentro de la producción inteligente y la gestión de la cadena de suministro pueden ayudar a seleccionar las ubicaciones ideales desde las cuales realizar actividades militares. Estos criterios podrían incluir docenas de factores como las condiciones de la pista, la geografía (por ejemplo, la distancia a fuerzas amigas/enemigas o la relación con objetivos prioritarios), la vulnerabilidad a los ataques, los inventarios de suministros existentes y las opciones de reabastecimiento, los medios de comunicación y las capacidades de soporte vital (por ejemplo, tratamiento médico, alimentos, refugio).

Para maximizar la eficacia de estos algoritmos, se requieren vastas fuentes de datos similares al marco de *big data* que utiliza el comercio electrónico. La combinación de los sistemas de información militar existentes (por ejemplo, el Sistema de Informes de Preparación de la Defensa, los Segmentos de Planificación y Ejecución de Acciones de Crisis Deliberadas, el Módulo de Logística),

las redes civiles, la tecnología de internet de las cosas y los acuerdos de intercambio con aliados o naciones socias cumpliría el componente crítico que permite al proceso de ML filtrar, clasificar y agrupar el criterio de toma de decisiones para el ACE. Los algoritmos de ML también podrían ayudar con la selección de CL agrupándolos en categorías de opciones primarias, alternativas, de contingencia y de emergencia para una mayor flexibilidad de planificación. Provistos de esta información, los líderes de la Fuerza Aérea pueden ayudar a configurar las necesidades de sus fuerzas determinando la señal de demanda de recursos y el conocimiento de lo que está disponible.

## Postura del ACE con pronóstico de la oferta y la demanda mediante IA

Las fuerzas de apoyo necesarias para satisfacer las exigencias de las operaciones del ACE se denominan apoyo de combate ágil (*agile combat support*, ACS). La comunidad de ACS está experimentando una transformación similar hacia esta nueva mentalidad adaptativa,



(Figura del autor; modificada de «The Distribution Network of Amazon and the Footprint of Freight Digitalization», Jean Paul Rodrigue)

## Figura. Comparación de la cadena de suministro de comercio electrónico de Amazon (en negro) con el empleo de combate ágil (en azul)

explorando formas de pasar de las MOB a las CL y métodos de apoyo agnósticos en cuanto a plataformas. Desde mediados de la década de 1990, el concepto de la Fuerza Aeroespacial Expedicionaria ha aprovechado los equipamientos que se encuentran en posiciones avanzadas para organizar la potencia de combate en unidades de despliegue más compactas, denominadas *códigos de tipo de unidad* (*unit type codes*, UTC)<sup>9</sup>. Estos paquetes predefinidos de UTC de personal y equipos ofrecían a los comandantes la posibilidad de solicitar capacidades y cantidades específicas de aeronaves o medios de apoyo. Aunque esto facilitaba la planificación humana, también aumentaba la probabilidad de que se produjeran descuidos perceptivos, prejuicios personales y errores humanos que dieran lugar a una escasez de fuerzas o a un exceso de suministros desaprovechado.

Los sistemas de IA y ML, similares a DeepMind de Google, ofrecen soluciones creativas mediante la generación de cifras de predicción para discernir las necesidades futuras de recursos y formar automáticamente paquetes de equipamiento adaptados para satisfacer esos requisitos de las fuerzas<sup>10</sup>. Esto podría sustituir a los UTC heredados y a las grandes reservas de inventario,

ahorrando dinero en gastos de almacenamiento ocultos y optimizando al mismo tiempo los inventarios de suministros. En caso de que determinados suministros no estén disponibles a través de fuentes militares orgánicas, los algoritmos pueden ampliar los criterios de búsqueda para incluir equivalentes civiles compatibles o los de nuestras naciones socias y aliadas. Además, cualquier carencia de recursos o necesidad que surja durante este proceso se comunicaría a los responsables de la toma de decisiones para invertir inmediatamente en contratos de producción. La urgencia del requisito determinaría si la solicitud de propuestas seguiría los canales de contratación estándar o la selección de emergencia por el consejo militar basada en el análisis de tendencias de IA de los historiales de rendimiento, la relación con los contratos existentes y el costo total. Los diseños de nuevos prototipos se someterían a simulaciones de ML y herramientas analíticas predictivas para resolver los defectos de diseño mucho antes de que entren en producción en masa para su uso por los combatientes.

Estas ventajas también permiten a los elementos de ACE de mando y control, y de protección, garantizar el abastecimiento y la disponibilidad de equipos de



Aviadores de los 35.º y 55.º Escuadrones de Comunicaciones de Combate reemplazan un brazo de alimentación en un Ranger 2400 Flyaway Multi-Band Terminal durante el ejercicio Agile Blizzard-Unified Vision 2023 cerca de Comox, Columbia Británica, Canadá, el 19 de junio de 2023. La antena parabólica permite establecer rápidamente las comunicaciones por satélite que son necesarias cuando se opera en un lugar semi-austero donde las comunicaciones son limitadas. (Foto: Sgto. 2.º Betty R. Chevalier, Fuerza Aérea de EUA)

autoprotección y de comunicación. Cuanto más tiempo se utilicen estas técnicas de ML, más precisos serán sus datos. Esto permite recomendar soluciones para los problemas previstos a partir del análisis histórico y ofrecer a los líderes más tiempo para tomar decisiones. Una vez configurados estos paquetes de UTC, su posicionamiento con respecto a otras MOB y CL pasa a ser tan crítico como su contenido.

## Maniobra y movimiento del ACE con IA

El elemento de maniobra y movimiento del ACE busca superar al adversario moviéndose constantemente para luchar desde posiciones de ventaja. Esto requiere que las fuerzas fluyan entre bases de dispersión (por ejemplo, de las MOB a las CL, entre las CL y de vuelta a las MOB) para mejorar la capacidad de supervivencia o concentrar fuerzas para objetivos estratégicos. Los sistemas basados en IA han demostrado ser de gran valor para optimizar este tipo de movimiento entre los almacenes de comercio electrónico a los centros de clasificación y

los consumidores finales. Amazon organiza este proceso de la cadena de abastecimiento jerárquico primero en la *adquisición* y el *cumplimiento*, luego en la *distribución* y finalmente en el *último tramo*<sup>11</sup>. La adquisición y el cumplimiento utilizan enormes instalaciones de *cross-dock* (con un tamaño promedio de 79 433 metros cuadrados) que transfieren a cientos de centros de distribución electrónica (*e-fulfillment centers*). La distribución se enfoca en tomar los productos de esos centros de distribución electrónica y distribuirlos entre los centros de distribución aérea y los centros de clasificación (de un tamaño promedio de 32 517 metros cuadrados). El último tramo comprende las estaciones de entrega (de un tamaño promedio de 8 454 metros cuadrados) que llevan los productos desde los centros de clasificación hasta el lugar de entrega final<sup>12</sup>.

La figura ilustra el flujo entre cada instalación y su enfoque para resolver un conjunto de problemas logísticos increíblemente complejos<sup>13</sup>. También muestra cómo las fuerzas armadas podrían adoptar un concepto similar para la logística de movimientos y maniobras mediante los mismos sistemas de IA y ML. Las grandes instalaciones

del Comando de Movilidad Aérea de EUA (por ejemplo, la Base Aérea Travis en California o la Base Aérea McGuire en New Jersey) podrían actuar como *cross docks* de ACE o equivalentes a centros de distribución electrónica. Las bases aéreas de menor tamaño situadas fuera de Estados Unidos podrían servir como centros de distribución aérea o centros de clasificación, con aeródromos más pequeños o instalaciones conjuntas como estaciones de entrega final que lleven los recursos a las CL. Esto implicaría la coordinación del transporte tanto entre teatros de operaciones como dentro de los mismos para garantizar las capacidades de despliegue global de las fuerzas armadas estadounidenses.

## Maniobra y movimiento del ACE con distribución de IA

Aunque la USAF ha reducido sus bases en el extranjero de noventa y tres a treinta y tres desde el final de la Guerra Fría, conserva la capacidad de proyectar fuerzas mediante acuerdos con aliados o naciones socias para proporcionar acceso, bases y sobrevuelo<sup>14</sup>. La «expansión logística» que Amazon consiguió en su mercado de distribución puede aplicarse a las redes de bases de ACE. La preparación de los sistemas de IA para que identifiquen a dónde se pueden enviar recursos para apoyar directamente a las CL permitirá reducir los costos de distribución y optimizar los sistemas de envío (es decir, cuanto más cerca puedan llegar los suministros a las CL, más rápido y fácil será recibirlos cuando se soliciten). Esto también permite a los líderes superiores y a los especialistas en logística de la USAF diseñar las CL óptimas en relación con estas redes de apoyo conocidas. Cualquier amenaza que pudiera desplazar a las fuerzas estadounidenses de esa CL puede trasladarse a la ubicación alternativa dentro del diseño de distribución radial (*hub and spoke*), creando la deseada resiliencia operacional que buscan los defensores del ACE.

## Maniobra y movimiento del ACE con entrega de IA

El método de entrega de los materiales de apoyo a la fuerza es tan crítico como su procedencia. Lo que no puede ser transportado por los medios de la USAF recibe la ayuda de los servicios conjuntos o es subcontratado a empresas no militares. Teniendo en cuenta que el ACE implica operaciones globales, tanto los métodos de transporte dentro del teatro de operaciones como entre ellos deben planificarse cuidadosamente como datos de despliegue de

fuerzas por fases periódicas. Estos datos describen cómo llegarán los equipos, las aeronaves y el personal a un área de operaciones (por ejemplo, transporte aéreo, transporte marítimo, convoy terrestre). A medida que el ACE se aleja de las bases aéreas tradicionales y se desplaza a las CL temporales, el nivel de complejidad para planificar y ejecutar con éxito las operaciones es exponencial. La logística de terceras partes impulsada por la IA puede identificar los medios más eficientes para lograr esta hazaña (por ejemplo, contratistas, servicios conjuntos, aliados, naciones socias), al tiempo que predice las necesidades de futuros movimientos basándose en perfiles predeterminados de amenazas o misiones. En 2021, el comandante del Comando de Transporte de EUA —responsable de proporcionar transporte aéreo, terrestre y marítimo para satisfacer las necesidades de seguridad nacional— apoyó la investigación de los sistemas de IA para el conjunto de problemas de transporte entre los teatros de operaciones<sup>15</sup>.

Un sistema capaz de comprender los requisitos logísticos para trasladar personal, carga y aeronaves a una ubicación avanzada en un plazo de tiempo específico, durante una duración prevista, puede determinar fácilmente los medios más eficientes para llegar hasta allí. Una vez establecidas estas ubicaciones de distribución radial, los planificadores militares pueden coordinar el movimiento entre ellas para alcanzar los objetivos de la misión o reaccionar a las actividades del enemigo. La incorporación de sistemas de retroalimentación de IA que informan sobre la degradación del esquema de transporte (por ejemplo, la destrucción por el enemigo de puentes importantes o vías navegables obstruidas) proporcionaría recomendaciones a los líderes de la USAF para ajustar el método de transporte (por ejemplo, el transporte marítimo planeado actualizado al transporte aéreo). Por lo general, un cambio último momento en estos planes de transporte supondría un gran esfuerzo para los especialistas en logística a la hora de reproducir los planes de carga y, al mismo tiempo, hacer frente al efecto dominó de los retrasos en los envíos subsiguientes. Sin embargo, la preparación de los modelos de ML para que reconozcan las dimensiones, el peso y las características de esa carga puede permitir que las máquinas reajusten automáticamente los planes de transporte a las aeronaves disponibles hasta los requisitos exactos de inspección de aeronavegabilidad necesarios para cargar el equipo.



Para los desplazamientos dentro del teatro de operaciones, es fundamental la preparación de los sistemas de ML para que reconozcan los mejores métodos de acceso de las CL. Ante la escasez de aeródromos disponibles en áreas dinámicas, las aeronaves de despegue y aterrizaje vertical, como el CV-22 Osprey o el HH-60 Pave Hawk, son ideales, pero sólo pueden transportar pequeñas cantidades de carga y personal. Sin embargo, si estos mismos sistemas de IA procesan la duración durante la que cada CL necesita apoyo, los algoritmos pueden tenerlo en cuenta y en consecuencia adaptar el plan de entrega de suministros.

La pérdida de fuerzas amigas por contratiempos y ataques enemigos es una realidad que cabe esperar de la guerra con China o Rusia. El seguimiento por IA de los inventarios fluctuantes de aeronaves proporcionará a los líderes superiores datos para ajustar los movimientos estratégicos o saber cuándo solicitar apoyo adicional a las fuerzas aliadas. Por otra parte, los sistemas de ML y la IA aplicados a las naciones aliadas o socias también ayudarían a predecir cuándo esas fuerzas necesitarían la intervención o ayuda de EUA.

### Sostenimiento del ACE con IA

La base de todo el esquema del ACE se apoya en la capacidad de continuar las operaciones mediante el sostenimiento. Frente a la adversidad abrumadora, los dominios disputados y operaciones de misión extremadamente distribuidas, se necesitan soluciones innovadoras que aseguren el mantenimiento proactivo de los recursos para combatir en las batallas del mañana. La integración de IA y el ML permite alcanzar el nivel de superioridad informativa necesario para satisfacer las complejas exigencias logísticas del ACE, a la vez que refuerzan las capacidades de las fuerzas conjuntas. Los paquetes de UTC actuales cuentan con personal y suministros suficientes para funcionar durante treinta días, hasta que se necesite más apoyo y comience el sostenimiento<sup>16</sup>. Sin embargo, ese modelo se diseñó para operaciones continuas desde bases aéreas establecidas, donde se supone que se cuenta con infraestructura de apoyo y protección duradera. El ACE rompe ese molde y desafía aún más el proceso de planificación logística. El ACE de una CL podría ser de menos de veinticuatro horas o más de treinta días, dependiendo de la eficacia de la cadena de suministro y de la influencia de las amenazas enemigas.

### Sostenimiento del ACE con gestión de la cadena de suministro mediante la IA

Aunque la gestión de la cadena de suministro abarca todo el proceso logístico, su eficacia viene determinada en gran medida por dos factores críticos: el flujo de información y el flujo de productos. Por lo tanto, sin un medio para comunicar la necesidad de un producto o un método de entrega, la gestión de la cadena de suministro es irrelevante. Los sistemas de IA y de ML permiten estos procesos mediante la previsión de resultados o la identificación de patrones de información que ahorran tiempo humano en la toma de decisiones<sup>17</sup>. El análisis de *big data* y los algoritmos que hacen indicadores futuros proactivos es donde la toma de decisiones asistida por sistemas sirve mejor al ACE. Esto es especialmente cierto cuando se consideran las capacidades de la gestión de riesgos de IA aplicada al ACE.

### Sostenimiento del ACE con gestión de riesgos de la cadena de suministro mediante la IA

La comparación de la gestión de riesgos entre los ámbitos civiles y militares es un reto porque las operaciones en tiempos de paz y de guerra implican mentalidades completamente diferentes. Aunque ambos experimentan riesgos rutinarios de seguridad y mal funcionamiento de los equipos, la «logística bajo el fuego» del ACE pasa de la competencia a las hostilidades del conflicto armado con otra nación. En este sentido, la gestión de riesgos tiene más aplicaciones potenciales para el ACE que la logística comercial general. La capacidad de identificar, vigilar y mitigar estas vulnerabilidades es primordial, para que Estados Unidos no pierda mucho más que márgenes de beneficio y acciones en la bolsa. Los niveles aceptables de riesgo son decisiones con las que los líderes superiores de la USAF están familiarizados y que esperan de cualquier sistema.

Las redes neuronales artificiales son algoritmos especiales diseñados para medir grados complejos de un criterio en lugar de simples vías binarias. En lugar de que los equipos estén averiados o sean funcionales (por ejemplo, 0 o 1), puede ampliarse a niveles de «avería» (por ejemplo, 0.2, menos funcional; 0.5, parcialmente funcional; 0.9, principalmente

funcional). De este modo, el ACE puede utilizar estos algoritmos para detectar problemas rutinarios en el mantenimiento de las aeronaves, analizar defectos en piezas con un alto índice de averías, agilizar las órdenes de trabajo y ahorrarse la necesidad de costosos contratos de servicio o costosas reparaciones de daños derivados de esas averías. En 2018, el Ejército de EUA predijo que estos sistemas de IA podrían ahorrar hasta 100 millones de dólares al año al determinar los medios más eficientes en tiempo y costo para transportar las piezas de reparación<sup>18</sup>.

Los sistemas de control de calidad tienen un sinnúmero de aplicaciones, desde la fabricación de equipos de línea de montaje hasta el embalaje de equipos de guerra química, la prueba de equipos de soporte vital y la carga de municiones para aeronaves. Aunque estos sistemas son muy capaces, pueden no ser transferibles a todas las CL, reservando probablemente su pertinencia a las operaciones en tiempo de paz y el adiestramiento del personal militar. Durante las operaciones en tiempo de guerra, el mayor riesgo para las fuerzas estadounidenses es el propio enemigo.

El mayor riesgo para las fuerzas estadounidenses durante el ACE es el adversario contra el que se diseñan las operaciones. La capacidad de predecir resultados es el punto fuerte de la IA y el ML, lo que permite la resiliencia para sobrevivir a las interrupciones y los ataques. La aplicación de las mismas redes neuronales artificiales a una amenaza, pero ampliando los parámetros a variables como el tamaño (por ejemplo, el número de unidades), la ubicación (por ejemplo, base aérea, buque, ubicación de avanzada), la maniobrabilidad (por ejemplo, desmontado, vehículo blindado, buque, aeronave), las municiones (por ejemplo, municiones convencionales o ataque electrónico), las capacidades (por ejemplo, velocidad, radio de combate, sección transversal de radar) y vulnerabilidades (por ejemplo, balas perforantes, bombas de pequeño diámetro, municiones guiadas de precisión) permite a estos sistemas de IA aprender cómo emparejar las armas contra las fuerzas enemigas y calcular las probabilidades de riesgo de ataque o los resultados del enfrentamiento. En lugar de pasar cientos de horas con docenas de analistas de inteligencia examinando una miríada de métricas y diseñando cursos de acción para el enemigo, las técnicas de ML generan información utilizable casi en tiempo real sin sesgos humanos ni errores de percepción.

## Conclusiones

**Conclusión 1.** La IA puede integrarse en las operaciones del ACE. Los resultados de esta investigación exploratoria demostraron que la IA puede integrarse en las operaciones del ACE, en particular en los elementos de postura, movimiento y maniobra, y sostenimiento. Esto se ilustró mediante una comparación del esquema de evaluación de los elementos logísticos del comercio electrónico: oferta/demanda, distribución/entrega y sostenimiento. Estos sistemas de IA integraron con éxito una mezcla de técnicas de ML supervisadas/no supervisadas y algoritmos lineales/no lineales para mejorar la toma de decisiones humana. Como resultado, las empresas se beneficiaron de su procesamiento masivo de datos, detección de errores, resolución adaptativa de problemas y análisis predictivo de patrones. Estas capacidades se ajustan con precisión a la nota doctrinal de la Fuerza Aérea del ACE que exhorta a transformar los sistemas logísticos de la USAF. La Nota Doctrinal 1-21 de la Fuerza Aérea, *Agile Combat Employment*, hace hincapié en la necesidad de «lanzar» la información proactiva, «anticipar las limitaciones de los medios estándar de distribución y transporte, y aprovechar un sistema logístico adaptable para apoyar las operaciones»<sup>19</sup>.

Aunque este informe se centra en la Fuerza Aérea, el éxito de la integración se extendería sin duda a todas las ramas militares. El Centro Conjunto de Inteligencia Artificial (*Joint Artificial Intelligence Center*, JAIC) es la principal organización responsable de perfeccionar y entrenar estos algoritmos para cumplir las iniciativas a nivel de comando componente.

**Conclusión 2.** La integración de la IA y del ACE aporta numerosas ventajas. La integración de la IA en el ACE tiene amplias ventajas que van más allá de las mencionadas en este informe y es probable que genere efectos multiplicadores en todas las operaciones militares. Como catalizador de estas transformaciones, las ventajas pueden agruparse en tres temas: resiliencia logística, superioridad en la toma de decisiones y eficiencia financiera.

La resiliencia logística es el aspecto más crítico de la capacidad del ACE para preparar un área de operaciones, desplegar y maniobrar fuerzas mientras resiste las interrupciones del enemigo. Los sistemas de IA pueden recopilar, filtrar y fusionar cantidades aparentemente ilimitadas de información digital procedente de todas las fuentes imaginables. Estos conjuntos de datos pueden pronosticar la demanda, equilibrar el

abastecimiento, mejorar la garantía de calidad, optimizar el mantenimiento, predecir y resolver problemas, reciclar recursos, agilizar el reabastecimiento e identificar, gestionar y mitigar riesgos para garantizar la continuidad de las operaciones.

La superioridad en la toma de decisiones es lo que el aumento de los sistemas ofrece a los líderes de la Fuerza Aérea que ejecutan el ACE a través de la IA. El «ciclo observar-orientar-decidir-actuar» del estrategia militar John Boyd revolucionó la forma en que los seres humanos abordaban el ciclo de toma de decisiones en el campo de batalla, y la IA llevaría este concepto a una nueva era. Los algoritmos de IA y ML provistos de los conjuntos de datos adecuados permiten a los líderes acceder a un mayor número de fuentes de información de calidad casi en tiempo real. Estos sistemas pueden identificar patrones, predecir resultados y evaluar riesgos basándose en análisis históricos que superan con creces lo que la inteligencia humana podría realizar sin ayuda. Esto permitiría a los sistemas realizar las engorrosas tareas de observación y orientación, al tiempo que liberaría a los estrategas militares humanos para decidir y actuar en un entorno en constante cambio.

Las eficiencias financieras obtenidas de la automatización y la optimización de procesos son quizá las ventajas más atractivas para los planificadores del presupuesto de defensa. Las técnicas de IA y ML utilizadas por Google, Amazon y otros han demostrado reducir el desperdicio y optimizar el reciclaje de recursos que elimina los costos empresariales ocultos y la mano de obra asociada a ellos. A medida que se automatizan más funciones de la ecuación logística, las partes interesadas pueden esperar cientos de millones de dólares en ahorros que seguirán aumentando exponencialmente. Estos fondos pueden entonces ser distribuidos entre otros proyectos prioritarios o reservarse para reinvertirlos en la mejora de los paquetes de equipos asociados al ACE o a la tecnología de IA.

**Conclusión 3.** La integración de la IA prepara mejor a Estados Unidos para la competencia entre grandes potencias. Integrar la IA en el ACE no sólo es posible, sino necesario para mantener la ventaja competitiva sobre nuestros adversarios en la competencia entre grandes potencias. China y Rusia están deseosas de aplicar la tecnología de la IA para mejorar sus armas e infraestructuras militares. No invertir tiempo

y recursos en la integración de la IA en la doctrina de la USAF puede hacer que nuestros equipos heredados sean irrelevantes en el campo de batalla, poniendo en peligro nuestra seguridad y defensa nacional.

La guerra no puede ganarse sólo con los sistemas, pero tampoco sin ellos.

## Recomendaciones

**Recomendación 1.** Invertir en sistemas que sean propiedad del Departamento de Defensa, ciberseguridad y estudios de casos del ACE. La inteligencia artificial estrecha (diseñada para realizar tareas limitadas) está en constante evolución, pero es lo suficientemente avanzada como para integrarse de forma fiable en los actuales sistemas de información militar. Con miles de proyectos de investigación de IA del sector privado y del Departamento de Defensa, es posible que ya se produzcan avances significativos en estas líneas de trabajo. Para integrar con éxito la IA en el ACE, la USAF debe considerar invertir en estas iniciativas tecnológicas: algoritmos de IA propiedad de la USAF o del Departamento de Defensa, sistemas operativos de lenguaje común y defensa de la ciberseguridad.

Para desarrollar y mantener el control sobre la expansión de la IA militar, la USAF o el Departamento de Defensa deben utilizar un sistema de arquitectura abierta que permita flexibilidad para el cambio sin restricciones propietarias. Depender de empresas con estrictas patentes tecnológicas paralizaría el crecimiento de la IA de las fuerzas armadas estadounidenses y probablemente se vería retrasado por años de batallas legales por contratos de adquisición. La arquitectura abierta propiedad del Departamento de Defensa garantiza que no estén atados legalmente a una empresa o contrato y que puedan evolucionar con los avances tecnológicos.

Con cientos o miles de tipos de flujos de datos potencialmente diferentes, el sistema de IA necesitará un lenguaje común para procesar, interpretar y compartir la información para su uso. Con docenas de programas logísticos actuales (por ejemplo, el Sistema de Informes de Preparación para la Defensa, el Módulo de Logística), el procesador central de IA debe prepararse para entender sus resultados. No es necesario que todos los sistemas utilicen el mismo lenguaje de máquina, pero el sistema central de IA debe ser capaz de entender a todos los demás. Esto prepara el camino para un ecosistema militar de *big data* que los algoritmos pueden utilizar para proporcionar efectos.

La única tarea más importante que crear esta tecnología es defenderla. Aunque no se ha llevado a cabo ninguna investigación para determinar las medidas civiles de ciberprotección, cualquier integración militar implicará sistemas avanzados de clasificación y encriptación. La ciberseguridad es primordial teniendo en cuenta lo hábiles que son nuestros adversarios para robar propiedades intelectuales y patentes militares para su beneficio. La única situación peor que el robo de los sistemas de IA sería que Estados Unidos nunca los hubiera tenido y que nuestros enemigos los hubieran desarrollado primero. Una solución multidominio que permita el flujo de datos clasificados y no clasificados es vital; así como contar con una sólida arquitectura de defensa (por ejemplo, tecnología *blockchain*) y redes de alta capacidad (por ejemplo, 5G de alta velocidad).

Se requiere una investigación futura en cada una de estas áreas para determinar la mejor manera de integrarlas en el ACE. Un caso importante para tener en cuenta es la invasión de Ucrania en 2022 por las fuerzas rusas y los errores logísticos de sus militares. Explorar los tropiezos y fracasos de sus ejércitos es fundamental para comprender las vulnerabilidades potenciales del ACE y cómo puede diseñarse la IA para remediarlas. La integración satisfactoria de los sistemas de IA en el ACE también permitirá su expansión a la contrainteligencia y el conocimiento de amenazas como forma reforzada de gestión de riesgos frente a competidores estratégicos.

**Recomendación 2.** Integrar la IA mediante tres fases distintas. Diseñar algoritmos de IA complejos y sofisticados, al mismo tiempo que los integra en un concepto militar emergente, no es una tarea sencilla. Sin embargo, las innovaciones de las que son pioneras las empresas comerciales, combinadas con la doctrina del ACE en sus primeras fases, dan tiempo a desarrollarlas en paralelo. Utilizando un enfoque por fases, la USAF debería considerar dividir los esfuerzos de integración de la IA en tres fases centradas en la tecnología, los procesos y las evaluaciones.

La tecnología asociada a los sistemas, algoritmos, máquinas y equipos de IA debe ser prioridad. Se trata de la tarea más ardua y larga, que seguirá evolucionando en función de la retroalimentación de las demás fases. La velocidad a la que avance la tecnología también determinará el ritmo de progreso de todo el programa. La continua colaboración con la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada

de Defensa y la Corporación RAND será vital para convertir los conceptos teóricos en ciencias formales. La automatización con intervención humana debe ser el enfoque principal hasta que haya suficiente confianza en los modelos de IA para permitir mayores niveles de automatización.

Los procesos se apoyan en la tecnología, pero también definen los requisitos en los que se elaboran los dispositivos para completarlos. Imagine el ACE como un juego de ajedrez, en el que las piezas son los medios de la USAF, el tablero es el área de operaciones y las decisiones de movimiento son la creación de la IA. El primer proceso a examinar es el elemento de la postura del ACE, donde las piezas de ajedrez del ACE se colocan en el tablero con la IA determinando la posición inicial. Entonces, el elemento de movimiento y maniobra determinará a dónde se mueve cada pieza después de la posición inicial basándose en las aportaciones de la IA. Por último, el sostenimiento abordará cómo se colocarán nuevas piezas en el tablero y cómo la IA puede optimizar la capacidad de supervivencia de esas piezas mientras derrota a un oponente.

Las evaluaciones son fundamentales para determinar la eficacia de la integración de la IA con el ACE. Siguiendo con la analogía del ajedrez, si nunca se juega contra un adversario, no hay manera de saber dónde están los puntos vulnerables y las deficiencias. Los juegos de guerra son un medio excelente para poner a prueba la IA y pueden realizarse en simulaciones o con ejercicios en condiciones reales. El JAIC establecerá y medirá los planes de acción y los hitos para determinar el éxito y compartir las mejores prácticas.

La continuidad durante estas fases es primordial y no puede ser subestimada. El JAIC fue diseñado para gestionar estos procesos, pero el equipo que impulsa la innovación debe estar compuesto por (pero no limitado a) expertos en logística, profesionales de mando y control, técnicos de mantenimiento y especialistas en ciberseguridad. Si el ACE continúa siendo la estrategia principal de la USAF frente a nuestros competidores globales, entonces las inversiones en integración y entrenamiento de IA ayudarán a establecer los cimientos para su aplicación y acelerarán la entrega de esta capacidad a la fuerza conjunta. ■

*Las recomendaciones expresadas son las del autor y no reflejan la política o posición oficial de la Fuerza Aérea de EUA, el Departamento de Defensa o el gobierno de EUA.*

## Notas

1. Departamento de Defensa (DOD), *Summary of the 2018 National Defense Strategy of the United States* (Washington, DC: U.S. DOD, 2018), 2 (énfasis en el original), <https://dod.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/2018-National-Defense-Strategy-Summary.pdf>.
2. *Ibid.*, 1-6.
3. Air Force Doctrine Note (AFDN) 1-21, *Agile Combat Employment* (Maxwell Air Force Base, AL: Curtis E. LeMay Center for Doctrine Development and Education, 23 de agosto de 2022), 1, [https://www.doctrine.af.mil/Portals/61/documents/AFDN\\_1-21/AFDN%201-21%20ACE.pdf](https://www.doctrine.af.mil/Portals/61/documents/AFDN_1-21/AFDN%201-21%20ACE.pdf).
4. Michael E. Canfield, «Contingency Basing for Great Powers Competition», *Wild Blue Yonder*, 5 de marzo de 2021, <https://www.airuniversity.af.edu/Wild-Blue-Yonder/Article-Display/Article/2526242/contingency-basing-for-great-powers-competition/>.
5. DOD, *Summary of the 2018 National Defense Strategy*, 7.
6. Alexander Daly, *Recent AI Adoption in the U.S. Government* (Boston: PTC, 2020), 3, <https://www.ptc.com/-/media/Files/PDFs/aerospace-and-defense/Recent-AI-Adoption-in-the-US-Government.pdf>; Elsa B. Kania, «Chinese Military Innovation in Artificial Intelligence», testimonio de *Technology, Trade, and Military-Civil Fusion: China's Pursuit of Artificial Intelligence, New Materials, and New Energy, Before the U.S.-China Economic and Security Review Commission* (7 de junio de 2019), 3, <https://www.cnas.org/publications/congressional-testimony/chinese-military-innovation-in-artificial-intelligence>.
7. DOD, *Summary of the 2018 Department of Defense Artificial Intelligence Strategy* (Washington, DC: U.S. DOD, 2018), 4, <https://media.defense.gov/2019/Feb/12/2002088963/-1/-1/1/SUMMARY-OF-DOD-AI-STRATEGY.PDF>.
8. Canfield, «Contingency Basing»; AFDN 1-21, *Agile Combat Employment*, 5.
9. Patrick Mills et al., *Building Agile Combat Support Competencies to Enable Evolving Adaptive Basing Concepts* (Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2020), 6, [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR4200.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR4200.html).
10. «About», Google DeepMind, accedido el 5 de marzo de 2024, <https://deepmind.google/about/>.
11. Jean-Paul Rodrigue, «The Distribution Network of Amazon and the Footprint of Freight Digitalization», *Journal of Transportation Geography* 88 (octubre de 2020): 5, <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-transport-geography/vol/88/suppl/C>.
12. *Ibid.*, 6-8.
13. *Ibid.*, 5.
14. AFDN 1-21, *Agile Combat Employment*, 1.
15. Theresa Hitchens, «TRANSCOM Head Envisions Increased Intra-Theater Lift Demand», *Breaking Defense*, 25 de mayo de 2021, <https://breakingdefense.com/2021/05/transcom-head-envisions-increased-intra-theater-lift-demand/>.
16. Patrick Mills, *Building Agile Combat Support Competencies*, 46-47.
17. Petri Helo y Yuqiuge Hao, «Artificial Intelligence in Operations Management and Supply Chain Management: An Exploratory Case Study», *Production Planning and Control* 33, n.º 1 (2021): 14, <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2021.1882690>.
18. Kelley M. Saylor, *Artificial Intelligence and National Security*, CRS Report No. R45178 (Washington, DC: U.S. Congressional Research Service [CRS], 10 de noviembre de 2020), 9, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45178/10>.
19. AFDN 1-21, *Agile Combat Employment*, 10.

Leavenworth Paper No. 24

## Forjando el Noveno Ejército-XXIX Equipo TAC: El desarrollo, entrenamiento y aplicación de la doctrina aire-tierra estadounidense en la Segunda Guerra Mundial

Christopher M. Rein, PhD

Este estudio de 2019 cuenta la historia de cómo antes del Día D, el Ejército de EUA desarrolló una nueva doctrina y entrenamiento para sus equipos aire-tierra. Como muestra el Dr. Christopher Rein, el apoyo aéreo cercano prestado por estos equipos resultó, a menudo, decisivo cuando los Aliados se abrieron paso a través del Rin y derrotaron a Alemania.

Para leer *Forjando el Noveno Ejército-XXIX Equipo TAC* en línea, visite <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/combats-studies-institute/csi-books/leavenworth-papers-24-forging-the-ninth-army-xxix-tac-team.pdf>.

