

# Oltre un secolo di potere aereo: teoria e pratica

di Andrea Gilli, Mauro Gilli e Alessandro Marrone

## ABSTRACT

Necessità operative, cambiamenti tecnologici, innovazioni concettuali e dottrinali hanno influenzato, per oltre 120 anni, lo sviluppo e l'impiego tattico, operativo e strategico del potere aereo e aerospaziale. Di fronte all'incertezza geopolitica o ai successivi cambiamenti tecnologici, gli sviluppi dottrinali hanno giocato un ruolo importante nel guidare le trasformazioni in atto – a volte correttamente, altre volte meno. A un primo ventennio pionieristico, segue in Europa e negli Stati Uniti un grande fermento teorico con le prime applicazioni pratiche. La Seconda guerra mondiale rappresenta un tragico banco di prova che influenzerà lo sviluppo del potere aereo fino agli anni '50. Se negli anni '60 e '70 il potere aereo è impiegato principalmente in Asia e Medio Oriente, con gli insegnamenti del caso, nel ventennio successivo è in Occidente che la rivoluzione tecnologica e l'evoluzione dottrinale ne segnano lo sviluppo. Il XXI secolo è marcato da un crescente confronto geopolitico che tra le principali arene di competizione vede il dominio aereo e lo spazio. La storia del potere aereo e aerospaziale ne evidenzia il fondamentale ruolo strategico non solo come strumento di deterrenza e coercizione ma anche – per via dei suoi enormi costi economici e della significativa complessità tecnologica – di competizione in tempo di pace e guerra.

*Difesa aeronautica | Tecnologia | Spazio | Industria della difesa | Stati Uniti  
| Nato | Italia | Russia | Cina*

**keywords**

## Oltre un secolo di potere aereo: teoria e pratica

di Andrea Gilli, Mauro Gilli e Alessandro Marrone\*

### Introduzione

A oltre 120 anni dal primo volo di un aereo più pesante dell'aria (1903), e a 100 anni dalla creazione dell'Aeronautica Militare italiana (1923), guardare alla storia e all'evoluzione del potere aereo e aerospaziale è utile e importante per comprendere quali sfide e necessità sono state affrontate e superate (e come), ma anche per ragionare in quali direzioni stia procedendo questo settore. Il presente studio si prefigge dunque di tracciare una storia sintetica e analitica del potere aereo e aerospaziale per evidenziare come necessità, cambiamenti tecnologici e innovazioni concettuali e dottrinali abbiano influenzato, nel corso degli ultimi 120 anni, lo sviluppo e l'impiego tattico, operativo e strategico di aerei, missili, elicotteri e satelliti<sup>1</sup>. Dal quadro proposto emergono cinque temi principali. In primo luogo, l'evoluzione del potere aereo e aerospaziale è comprensibilmente legata in maniera indissolubile all'evoluzione tecnologica che ne ha alterato missioni e valore a livello tattico, operativo e strategico. In secondo luogo, non si può comprendere l'evoluzione del potere aereo e aerospaziale senza considerare gli sviluppi dottrinali che spesso, di fronte all'incertezza geopolitica o ai successivi cambiamenti tecnologici, ha finito per guidare le trasformazioni in atto (a volte correttamente, altre volte meno). Inoltre, il ruolo degli esseri umani è aumentato, paradossalmente, man mano che le flotte si sono ridotte e le piattaforme aeree e spaziali hanno fatto crescente affidamento sull'automazione. In quarto luogo, i confini del dominio si sono allargati, grazie alle crescenti possibilità offerte dal cambiamento tecnologico. Di conseguenza il dominio aereo si è allargato prima dal campo di battaglia per andare oltre le linee nemiche, per poi estendersi fino a tutto lo spazio aereo, accorciando le distanze tra Paesi anche geograficamente distanti, fino alla nascita del dominio spaziale e alla sua interazione con quello aereo.

<sup>1</sup> Dave Sloggett, *A Century of Air Warfare. The Changing Face of Warfare, 1912-2012*, Barnsley, Pen & Sword, 2013.

\* Andrea Gilli è Senior Researcher presso il Nato Defense College. Mauro Gilli è Senior Researcher presso il Politecnico di Zurigo. Alessandro Marrone è responsabile del Programma Difesa dell'Istituto Affari Internazionali (IAI).

• Studio preparato nell'ambito della partnership scientifica dello IAI per l'AeroSpace Power Conference tenutasi a Roma il 12-13 maggio 2023 in occasione del centenario dell'Aeronautica Militare italiana (<https://www.aeronautica.difesa.it/?p=71733>).

Infine, la storia del potere aereo e aerospaziale ne evidenzia il fondamentale ruolo strategico non solo come strumento di deterrenza e coercizione ma anche – per via dei suoi enormi costi economici e della significativa complessità tecnologica – di competizione in tempo di pace e guerra.

Il presente studio divide la storia del potere aereo e aerospaziale in capitoli di vent'anni, permettendo così di separare e comprendere trend complessi. Non è certamente una suddivisione perfetta, ma riteniamo possa agevolare la comprensione del tema.

## 1. 1903-1922: la nascita del potere aereo

Il potere aerospaziale nasce, di fatto, a inizio Novecento con il primo volo dei fratelli Wright nel 1903 a bordo di un aereo più pesante dell'aria – e quindi differente dai palloni aerostatici che erano apparsi più di un secolo prima<sup>2</sup>. Nei successivi vent'anni inventiva, sviluppo tecnologico e investimenti hanno permesso l'evoluzione da semplici prototipi con enormi limitazioni prestazionali (anche perché sviluppati fondamentalmente da hobbisti e appassionati) a veri e propri prodotti industriali in grado di svolgere missioni specifiche, anche in campo militare. A scopo esemplificativo vale la pena comparare gli aerei del 1903 e del 1923. L'aereo dei fratelli Wright che spiccò il primo volo nella storia, il Wright Flyer, era difficile da pilotare, usava componenti adottati da biciclette ed era composto praticamente solo da ali, coda e motore e quindi non aveva una fusoliera. Il suo primo volo consistette infatti in soli 12 secondi su una tratta di una cinquantina di metri. Solo due decenni dopo, nel 1923, gli aerei erano già in grado di volare per alcune ore a oltre 200 km/h e montavano addirittura mitragliatrici da usare in battaglia<sup>3</sup>.

Nel corso di questi primi anni, nonostante il progresso tecnologico, vi era enorme incertezza rispetto all'utilizzo degli aerei in ambito militare. La tecnologia dell'epoca imponeva infatti forti limiti al loro uso, causando confusione circa gli sviluppi tecnologici futuri. Vi erano inoltre altre tecnologie disponibili sulle quali molti riversavano grandi speranze e aspettative come per esempio i dirigibili, allora addirittura visti da alcuni come arma potenzialmente devastante nei futuri conflitti<sup>4</sup>.

Il primo utilizzo di un aeroplano per un bombardamento al suolo ebbe luogo in Libia nel 1911 ad opera delle forze armate italiane<sup>5</sup>. Iniziava così l'epoca del potere aereo

<sup>2</sup> John D. Anderson Jr., *The Airplane. A History of Its Technology*, Reston, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2002.

<sup>3</sup> Ibid.

<sup>4</sup> Laurence K. Loftin Jr., *Quest for Performance. The Evolution of Modern Aircraft*, Washington, NASA Scientific and Technical Information Branch, 1985, <https://ntrs.nasa.gov/citations/19850023776>.

<sup>5</sup> Walter J. Boyne, *The Influence of Air Power Upon History*, Barnsley, Pen & Sword, 2005.

che durante la Prima guerra mondiale avrebbe visto un impiego più massiccio, ancorché limitato. Inizialmente i velivoli svolgevano missioni di ricognizione a corto e medio raggio in supporto delle truppe di terra e delle loro operazioni. Sebbene le comunicazioni aria-terra incontrassero notevoli limitazioni, il vantaggio tattico-operativo conferito dagli aerei poteva essere notevole in quanto, tramite le informazioni che questi potevano raccogliere e distribuire, un attore poteva concentrare le proprie forze dove il fronte nemico era più debole o anticipare, e quindi contrastare, movimenti avversari nelle retrovie<sup>6</sup>. Sviluppando o acquisendo aerei, le forze armate di più Paesi si adoperarono dunque per sfruttare queste opportunità o per negarle ai propri avversari<sup>7</sup>. Come prima contromisura venne così modificata l'artiglieria in chiave contraerea. Inoltre, montando delle mitragliatrici sui propri velivoli, era possibile attaccare o difendersi da quelli nemici: iniziarono così i primi scontri tra aerei e dunque la guerra per la supremazia aerea<sup>8</sup>. La guerra nei cieli acquisiva pertanto una sua autonomia dal dominio terrestre. Durante la Grande Guerra, gli aeroplani vennero anche usati per colpire obiettivi di terra, ma il loro ruolo fu marginale durante tutto il conflitto – con la parziale eccezione dei bombardieri tedeschi Gotha, che insieme agli Zeppelin attaccarono Londra<sup>9</sup>.

I vantaggi e le potenzialità mostrati dagli aeroplani durante la Prima guerra mondiale portarono i primi teorici del potere aereo a concepire la creazione di un servizio militare autonomo focalizzato unicamente sull'aria. Come le marine sono indipendenti dagli eserciti per il controllo del mare, così era – secondo alcuni – necessario un servizio militare che si occupasse del comando dei cieli. Nel 1918 il Regno Unito creò il primo servizio aereo indipendente al mondo, la Royal Air Force, mentre l'Italia istituì nel 1923 la sua Aeronautica Militare, allora chiamata Regia Aeronautica<sup>10</sup>. In alcuni Paesi, il processo avrebbe preso più tempo e maggiori lotte all'interno delle forze armate: basti pensare che la United States Air Force sarebbe stata creata solo nel 1947 e non senza difficoltà (tra cui processi che arrivarono fino alla corte marziale)<sup>11</sup>.

In ogni caso, con la creazione di un servizio militare espressamente dedicato all'aria e indipendente dall'esercito (Italia) e anche dalla marina (Regno Unito), diventava ancora più importante capire i fondamenti del potere aereo e della

<sup>6</sup> Terrence J. Finnegan, *Shooting the Front. Allied Aerial Reconnaissance and Photographic Interpretation on the Western Front, World War I*, Washington, National Defense Intelligence College, 2006.

<sup>7</sup> Alan Clark, *Aces High. The War in the Air Over the Western Front 1914-18*, New York, Ballantine, 1973.

<sup>8</sup> Harry Woodman, *Early Aircraft Armament. The Aeroplane and the Gun up to 1918*, Washington, Smithsonian Institution Press, 1989.

<sup>9</sup> Williamson Murray, *War in the Air 1914-45*, New York, HarperCollins, 2005.

<sup>10</sup> James J. Sadkovich, "The Development of the Italian Air Force Prior to World War II", in *Military Affairs*, vol. 51, n. 3 (luglio 1987), p. 128-136, DOI 10.2307/1987515.

<sup>11</sup> David E. Johnson, *Fast Tanks and Heavy Bombers Innovation in the U.S. Army, 1917-1945*, Ithaca/London, Cornell University Press, 1998; Aldred F. Hurley, *Billy Mitchell. Crusader for Air Power*, Bloomington, Indiana University Press, 1975.

guerra nei cieli, anche alla luce delle nuove possibilità offerte dal cambiamento tecnologico. È utile ricordare che salvo alcuni classici come Sun Tzu, Kautilya, Machiavelli e Montecuccoli, i principali trattati sul pensiero strategico sono relativamente recenti<sup>12</sup>: i due più importanti studiosi della guerra terrestre, lo svizzero Antoine-Henri Jomini e il tedesco Carl von Clausewitz, scrissero i loro testi tra il 1805 e il 1838<sup>13</sup>. I classici del potere navale emersero ancora più tardi, solo tra il 1890 e il 1920, ad opera dell'americano Alfred Thayer Mahan e dei britannici Philip Howard Colomb e Julian Corbett<sup>14</sup>. Il potere aereo invece trovò una prima concettualizzazione – pur con limiti ed errori – in tempi estremamente rapidi e per certi versi pionieristici, soprattutto se lo confrontiamo ai domini terrestre e navale. Già nei primi anni '20 l'italiano Giulio Douhet, l'americano Billy Mitchell, che conobbe e diffuse le idee di Douhet negli Stati Uniti, e il britannico Hugh Trenchard, il padre della Royal Air Force, evidenziarono infatti l'importanza del dominio dell'aria, così da negarne agli avversari l'utilizzo, anche solo per comunicazioni o trasporto. Questi tre pensatori preconizzarono inoltre l'importanza crescente dell'attacco al suolo, di fatto anticipando uno dei ruoli più importanti che gli aerei avrebbero svolto nei decenni successivi<sup>15</sup>. Nei loro rispettivi scritti i tre teorici sostenevano però, sbagliando, che gli aerei avrebbero potuto da soli obbligare l'avversario alla capitolazione – colpendo i centri civili – esagerando l'efficacia dei bombardamenti al suolo e sottovalutando ampiamente tanto la resilienza delle popolazioni che il ruolo delle difese anti-aeree<sup>16</sup>. Proprio le difese anti-aeree avrebbero visto infatti sviluppi decisivi nei due decenni successivi.

## 2. 1923-1942: dalla teoria alla pratica

Alle teorie di Douhet, Mitchell e Trenchard si affiancarono negli anni '30 quelle dell'americano William Sherman il quale, anziché proporre il bombardamento a tappeto delle città avversarie per far crollare il morale della popolazione, suggeriva di colpirne i centri produttivi per limitarne il potenziale bellico<sup>17</sup>. Sherman capiva dunque come la complessità delle allora moderne tecnologie militari creasse altrettanto complesse filiere produttive che, se colpite dove più critiche e vulnerabili, potevano generare effetti strategici. È interessante notare come oggi si

<sup>12</sup> Hal Brands (a cura di), *The New Makers of Modern Strategy. From the Ancient World to the Digital Age*, Princeton, Princeton University Press, 2023.

<sup>13</sup> Beatrice Heuser, *The Evolution of Strategy. Thinking War from Antiquity to the Present*, Cambridge, Cambridge University Press, 2010; Azar Gat, *The Origins of Military Thought. From the Enlightenment to Clausewitz*, Oxford, Clarendon Press, 1989.

<sup>14</sup> Hal Brands (a cura di), *The New Makers of Modern Strategy*, cit.; Milan Vego, *General Naval Tactics. Theory and Practice*, Annapolis, Naval Institute Press, 2020.

<sup>15</sup> Tami Davis Biddle, *Air Power and Warfare: A Century of Theory and History*, Carlisle, US Army War College, 2019, <https://press.armywarcollege.edu/monographs/378>.

<sup>16</sup> Karl P. Mueller, *Air Power*, Santa Monica, RAND, 2010, <https://www.rand.org/pubs/reprints/RP1412.html>; Phillip S. Meilinger (a cura di), *The Paths of Heaven. The Evolution of Airpower Theory*, Maxwell Air Force Base, Air University Press, 1997, <https://www.airuniversity.af.edu/AUPress/Display/Article/1543130>.

<sup>17</sup> Tami Davis Biddle, *Air Power and Warfare*, cit.

cerchi di ottenere questi effetti tramite le sanzioni economiche<sup>18</sup>. Allo stesso tempo, a differenza di Douhet, Mitchell e Trenchard, Sherman vedeva l'interdizione, non la coercizione, alla base del potere aereo: anziché cercare di obbligare l'avversario a smettere di combattere tramite l'uso del bombardamento massiccio sui centri civili, questi proponeva l'uso del potere aereo sui siti produttivi per impedire all'avversario di continuare a combattere<sup>19</sup>. Per capire l'influenza di Sherman, basti pensare che gli Stati Uniti e il Regno Unito si prepararono alla Seconda guerra mondiale sviluppando una forza aerea a lungo raggio in grado di bombardare le capacità produttive avversarie, nella speranza (poi risultata vana) di far durare un eventuale conflitto il meno possibile<sup>20</sup>. È interessante notare come anche la Germania sviluppò il suo potere aereo attorno al concetto di interdizione, ma lo declinò principalmente a livello tattico-operativo. Di conseguenza la Luftwaffe si strutturò principalmente con l'obiettivo di operare congiuntamente alle forze di terra e così favorire rapidi successi militari sul campo di battaglia<sup>21</sup>. Non può sfuggire in questa discussione l'importanza dell'influenza del fattore geografico: i Paesi che avevano mari e oceani che li separavano dai teatri di guerra (Stati Uniti e Regno Unito) investivano sul bombardamento a lungo raggio mentre i Paesi più vicini al fronte (Germania) si concentravano sul potere aereo a corto raggio<sup>22</sup>.

Dal punto di vista tecnologico i due sviluppi più importanti del periodo riguardano, da una parte, il continuo miglioramento degli aerei e, dall'altra, delle difese anti-aree. Se i primi velivoli all'inizio del secolo erano fatti di tela, bastoni e cavi reggenti, i bombardieri della Seconda guerra mondiale, come il Boeing B-29 Superfortress, potevano volare a fino a quasi 600 km/h, con un raggio d'azione di 5.000 km e a 10.000 m di quota, portando diverse tonnellate di carico e, quindi, di munizioni<sup>23</sup>. Si osserva una dinamica simile anche per quanto riguarda le difese anti-aree. Durante la Prima guerra mondiale l'uso dell'artiglieria come contraerea aveva dato risultati deludenti: colpire aerei in quota, che volavano a velocità sostenuta e cambiavano rapidamente direzione, era molto difficile<sup>24</sup>. Questo problema si

<sup>18</sup> Henry Farrell e Abraham L. Newman, "Weaponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion", in *International Security*, vol. 44 No. 1 (Summer 2019), p. 42-79, [https://doi.org/10.1162/isec\\_a\\_00351](https://doi.org/10.1162/isec_a_00351).

<sup>19</sup> Richard R. Muller, "Close Air Support: The German, British, and American Experiences, 1918-1941", in Williamson R. Murray e Allan R. Millett (a cura di), *Military Innovation in the Interwar Period*, Cambridge, Cambridge University Press, 1996, p. 144-190.

<sup>20</sup> Tami Davis Biddle, *Rhetoric and Reality in Air Warfare. The Evolution of British and American Ideas about Strategic Bombing, 1914-1945*, Princeton, Princeton University Press, 2002.

<sup>21</sup> Stephen Biddle, *Military Power. Explaining Victory and Defeat in Modern Battle*, Princeton, Princeton University Press, 2004; Robert M. Citino, *The Path to Blitzkrieg. Doctrine and Training in the German Army, 1920-1939*, Boulder/London, Lynne Rienner, 1999.

<sup>22</sup> Steven E. Lobell, "A Granular Theory of Balancing", in *International Studies Quarterly*, vol. 62, n. 3 (settembre 2018), p. 593-605, <https://doi.org/10.1093/isq/sqy011>; Colin S. Gray e Geoffrey Sloan (a cura di), *Geopolitics, Geography and Strategy*, London, Frank Cass, 1999.

<sup>23</sup> Thomas Collison, *The Superfortress is Born. The Story of the Boeing B-29*, New York, Duell, Sloan & Pearce, 1945.

<sup>24</sup> Kenneth P. Werrell, *Archie to SAM. A Short Operational History of Ground-Based Air Defense*, 2 ed., Maxwell Air Force Base, Air University Press, 2005, <https://www.airuniversity.af.edu/AUPress/Display/Article/1543128>.

intensificò con l'avanzamento tecnologico appena discusso: a partire dalla metà degli anni '20, i velivoli divennero ancora più veloci, operavano a quota ancora più elevata, ed erano ancora più manovrabili – caratteristiche che li rendevano pressoché impossibili da abbattere con l'artiglieria e anche da intercettare, visto che il poco preavviso disponibile non permetteva ad aerei a terra di decollare e raggiungerli per abatterli. Per questa ragione molti ritenevano che i bombardieri sarebbero riusciti sempre a penetrare lo spazio aereo nemico<sup>25</sup>. Secondo tale scuola di pensiero questo potere offensivo non era dunque arrestabile, in maniera non dissimile da quanto alcuni sostengono oggi relativamente ai droni o ai missili ipersonici<sup>26</sup>. Purtroppo, o per fortuna, chi avanzò queste tesi non fece i conti con lo sviluppo del radar, una tecnologia che sfrutta il riflesso delle onde elettromagnetiche per avvistare oggetti a distanza e poter così dirigere le proprie difese anti-aree verso l'avversario<sup>27</sup>. Molti Paesi investirono nel radar ma tra di essi il Regno Unito merita una menzione speciale. Anche grazie al contributo di un italiano, Guglielmo Marconi, il Regno Unito era all'avanguardia nel campo dei radar<sup>28</sup>. La sua leadership politico-militare, inoltre, comprese e migliorò la potenzialità del radar per metterlo al centro del suo sistema di difesa anti-aerea Home Chain<sup>29</sup>. L'intuizione di fondo era semplice ma rivoluzionaria. Attraverso un sistema di radar posizionati sulla costa era possibile rilevare la presenza di aerei (avversari) a sufficiente distanza<sup>30</sup>. Un sistema di comunicazioni centralizzato permetteva poi di distribuire rapidamente le coordinate di questi aerei sia alle basi della Royal Air Force da cui partivano squadroni di intercettori che alle batterie di artiglieria anti-aerea che cercavano di abbattere i velivoli avversari – o comunque di complicare le loro missioni di bombardamento (obbligandoli a volare più in alto o a lanciare i loro attacchi più repentinamente)<sup>31</sup>. Non fu né facile né indolore, ma la Battaglia d'Inghilterra del 1940 dimostrò come questo primo esempio di difesa anti-aerea integrata fosse possibile ed efficace, sfatando così il mito per cui i bombardieri avrebbero sempre penetrato lo spazio aereo avversario<sup>32</sup>. Il successo britannico nella Battaglia d'Inghilterra non si può però spiegare senza guardare anche alle scelte strategiche tedesche. In particolare, investendo negli anni '20 e '30 principalmente in capacità di bombardamento a corto raggio, la Germania, poté rapidamente conquistare buona parte dell'Europa, ma si trovò poi priva del

<sup>25</sup> Ad esempio, il deputato britannico Stanley Baldwin nel 1932. Citato in Uri Bialer, *The Shadow of the Bomber. The Fear of Air Attack and British Politics, 1932–1939*, London, Royal Historical Society, 1980, p. 14.

<sup>26</sup> Per un riassunto e un'analisi critica di questa analogia, si veda Antonio Calcara et al., "Will the Drone Always Get Through? Offensive Myths and Defensive Realities", in *Security Studies*, vol. 31, n. 5 (Winter 2022), p. 791-825, <https://doi.org/10.1080/09636412.2022.2153734>.

<sup>27</sup> Robert Buder, *The Invention that Changed the World. How a Small Group of Radar Pioneers Won the Second World War and Launched a Technical Revolution*, New York, Touchstone, 1996.

<sup>28</sup> Per esempio, Mark Denny, *Blip, Ping & Buzz. Making Sense of Radar and Sonar*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2007.

<sup>29</sup> Robert Buder, *The Invention that Changed the World*, cit.

<sup>30</sup> Mark Denny, *Blip, Ping & Buzz*, cit.

<sup>31</sup> Ibid.

<sup>32</sup> Michael Russell Rip e James M. Hasik, *The Precision Revolution. GPS and the Future of Aerial Warfare*, Annapolis, Naval Institute Press, 2002.

numero e del tipo di bombardieri a lungo raggio necessari per sopprimere le difese anti-aeree britanniche nonché delle dottrine di impiego più adeguate (anziché bombardare le piste di decollo si focalizzò, in chiave coercitiva douhetiana, verso i centri abitati)<sup>33</sup>. La vittoria inglese probabilmente determinò non solo l'esito della Seconda guerra mondiale ma anche il corso di tutto il XX secolo.

La Battaglia d'Inghilterra fu il primo esempio di quell'uso massiccio e continuativo del potere aereo che avrebbe poi contraddistinto il resto della Seconda guerra mondiale, anche se un preludio si era già potuto osservare durante la Guerra civile spagnola, come rappresentato dalla celebre opera di Pablo Picasso *Guernica*<sup>34</sup>. A questo proposito, va enfatizzato come negli anni '20 e '30, Regno Unito e Stati Uniti perseguirono una strategia aerea che di fatto sintetizzava le teorie di Douhet e Sherman<sup>35</sup>. Entrambi i Paesi volevano colpire la base produttiva avversaria per indebolirne il potenziale bellico e favorire così una rapida fine delle ostilità. Di fatto, però, il bombardamento strategico a lungo raggio durante la Seconda guerra mondiale dovette concentrarsi sulle città: per limitare l'efficacia delle difese aeree tedesche era infatti necessario operare di notte, e visti i limiti sia dei sistemi di navigazione dell'epoca che nella precisione delle munizioni del tempo, le città rimanevano gli unici obiettivi identificabili a lungo raggio nell'oscurità<sup>36</sup>. Di conseguenza gli Alleati optarono per colpire le città dove vi erano importanti siti produttivi: il risultato fu terrorizzare le popolazioni e logorare, senza però mai davvero interrompere, la produzione militare tedesca<sup>37</sup>.

Nella prima fase della Seconda guerra mondiale il potere aereo ebbe anche un importante ruolo nel dominio navale<sup>38</sup>. L'uso di velivoli imbarcati – l'aviazione navale – e quindi delle portaerei permise infatti l'espansione giapponese in Asia fino all'attacco di Pearl Harbor, che avrebbe poi portato all'entrata in guerra degli Stati Uniti<sup>39</sup>. Fin dalla fine della Prima guerra mondiale le principali marine militari avevano sperimentato il decollo e l'atterraggio di aerei da e su scafi<sup>40</sup>. L'obiettivo era superare un limite fondamentale delle navi da guerra del periodo: mentre chimica e metallurgia permettevano di sviluppare cannoni con raggio sempre maggiore, vi erano limiti fisici al raggio di osservazione. In altre parole, si potevano

<sup>33</sup> Tami Davis Biddle, *Air Power and Warfare*, cit.

<sup>34</sup> James S. Corum, "The Luftwaffe and the Coalition Air War in Spain, 1936-1939", in John Gooch (a cura di), *Airpower. Theory and Practice*, Abingdon, Routledge, 1995, p. 68-90.

<sup>35</sup> Tami Davis Biddle, *Rhetoric and Reality in Air Warfare*, cit.

<sup>36</sup> Mark Denny, *Blip, Ping & Buzz*, cit.

<sup>37</sup> Robert A. Pape, *Bombing to Win. Air Power and Coercion in War*, Ithaca/London, Cornell University Press, 1996.

<sup>38</sup> Thomas Hone, Norman Friedman e Mark D. Mandeles, *American & British Aircraft Carrier Development, 1919-1941*, Annapolis, Naval Institute Press, 1999.

<sup>39</sup> Edward J. Drea, *Japan's Imperial Army. Its Rise and Fall, 1853-1945*, Lawrence, University Press of Kansas, 2016; Mark R. Peattie, *Kaigun. Strategy, Tactics, and Technology in the Imperial Japanese Navy, 1887-1941*, Annapolis, Naval Institute Press, 1997.

<sup>40</sup> Michael C. Horowitz, *The Diffusion of Military Power. Causes and Consequences for International Politics*, Princeton, Princeton University Press, 2010.



colpire, almeno in teoria, obiettivi che non potevano però essere identificati nella pratica, trovandosi aldilà dell'orizzonte<sup>41</sup>. L'uso di aerei imbarcati risolveva questo problema: volando oltre il campo visivo, questi permettevano di fare ricognizione a lungo raggio e, una volta armati, potevano procedere all'attacco contro le navi, i sottomarini o le coste avversarie<sup>42</sup>. Tra le due guerre vi fu così uno scontro dottrinale nelle marine di più Paesi, non dissimile tra quello visto all'interno degli eserciti e delle loro unità aeree: alcuni sostenevano che le portaerei avrebbero rappresentato il futuro del potere navale, per altri, invece, le corazzate avrebbero mantenuto il ruolo di punta delle flotte<sup>43</sup>. Con l'attacco di Pearl Harbor del 1941 e poi la battaglia di Midway del 1942 nel Pacifico, la diatriba fu risolta sul campo – o meglio sul mare: il potere aereo rivoluzionava anche la guerra navale e ancora oggi le portaerei sono al centro del comando dei mari<sup>44</sup>.

### 3. 1943-1962: dalla pratica alla teoria

Durante la Seconda guerra mondiale il potere aereo ha avuto un ruolo indiscutibile a livello tattico e operativo nel favorire avanzate di terra, permettendo ampi movimenti di truppe oltre e lungo il fronte<sup>45</sup>. A livello storiografico vi è un importante dibattito relativamente al suo ruolo strategico che va però oltre il campo di battaglia. Secondo alcuni, infatti, grazie a una strategia militare ad alta intensità di capitale, di cui il potere aereo era la principale espressione, gli Stati Uniti avrebbero di fatto reso ineluttabile l'esito del conflitto<sup>46</sup>. Precisamente, secondo questa interpretazione, investendo su piattaforme aeree e navali sempre più avanzate e complesse, a ritmi di produzione estremamente elevati, gli Stati Uniti avrebbero obbligato la Germania a spostare il suo sforzo principale dall'impiego alla produzione di mezzi militari<sup>47</sup>. Così facendo, con minori risorse generali (popolazione, capacità produttiva, risorse naturali), la Germania sarebbe stata progressivamente obbligata a sottrarre risorse dal campo di battaglia (soldati al fronte) per spostarli negli impianti produttivi (operai). La simultanea strategia militare di attrito seguita dagli Alleati avrebbe fatto il resto: le perdite sul campo divennero progressivamente sempre più difficili da sostituire fino al crollo dell'intero sistema: se gli operai fossero stati mandati al fronte, sarebbe venuta meno la produzione, se si fosse continuato a produrre,

<sup>41</sup> Norman Friedman, *Naval Firepower. Battleship Guns and Gunnery in the Dreadnought Era*, Barnsley, Seaforth Publishing, 2008.

<sup>42</sup> Norman Polmar et al., *Aircraft Carriers. A History of Carrier Aviation and Its Influence on World Events. Vol. I: 1909-1945*, Washington, Potomac Books, 2006.

<sup>43</sup> Clark G. Reynolds, *The Fast Carriers. The Forging of an Air Navy*, Annapolis, Naval Institute Press, 2012.

<sup>44</sup> Norman Polmar et al., *Aircraft Carriers. A History of Carrier Aviation and Its Influence on World Events: Vol. II: 1946-2006*, Washington, Potomac Books, 2006.

<sup>45</sup> Williamson Murray, *War in the Air 1914-45*, cit.

<sup>46</sup> Phillips Payson O'Brien, *How the War Was Won. Air-Sea Power and Allied Victory in World War II*, Cambridge, Cambridge University Press, 2015; Williamson Murray, "Force Strategy, Blitzkrieg Strategy and the Economic Difficulties: Nazi Grand Strategy in the 1930s", in *The RUSI Journal*, vol. 128, n. 1 (1983), p. 39-43, DOI 10.1080/03071848308522215.

<sup>47</sup> Richard Overy, *Why the Allies Won*, New York/London, W.W. Norton, 1996.

sarebbero mancati i soldati per combattere. Secondo questa interpretazione, che non è esente da critiche ma merita comunque attenzione per la sua originalità, il potere aereo – insieme ovviamente alle truppe di terra e navali – avrebbe dunque contribuito alla fine della Seconda guerra mondiale per una ragione diversa da quella anticipata dai teorici degli anni '30: non perché gli alti costi della guerra aerea avrebbero fatto desistere gli attori dal combattere ma perché, invece, proprio i suoi alti costi avrebbero dissanguato un belligerante, portandolo alla capitolazione<sup>48</sup>. In questa chiave il potere aereo non influenza pertanto solo il campo di battaglia, ma anche l'allocazione interna delle risorse, influenzando in ultima analisi l'esito del conflitto.

Purtroppo, le ultime fasi della Seconda guerra mondiale hanno visto anche un altro importante sviluppo collegato al potere aereo: l'introduzione e l'uso delle armi nucleari, nell'agosto 1945<sup>49</sup>. A tale proposito va evidenziato un altro interessante parallelismo rispetto al passato: esattamente come negli anni '20 con i teorici del bombardamento strategico, anche nel caso delle armi nucleari gli sviluppi dottrinali si fondarono sulla deduzione e l'astrazione e non, invece, sull'evidenza empirica<sup>50</sup>. Studiosi come Bernard Brodie, Thomas Schelling e Herman Kahn hanno concettualizzato astrattamente la dissuasione nucleare che i vertici politici hanno poi tradotto in strategia e direttive, determinando così la centralità delle armi nucleari nello scenario internazionale nei decenni successivi<sup>51</sup>. Il primo esempio è dato dall'Europa nell'immediato dopo-guerra. Di fronte alle mire espansionistiche e alla superiorità convenzionale dell'Unione Sovietica, gli Stati Uniti decisero di fondare la loro strategia di deterrenza e difesa sulla devastante risposta nucleare<sup>52</sup>. Ciò aveva numerosi vantaggi, in primo luogo rafforzare la deterrenza rispetto alla difesa così da prevenire una guerra anziché doverla combattere, e in secondo luogo spendere molte meno risorse per le forze armate, favorendo la ricostruzione civile dopo la più sanguinosa e distruttiva guerra della storia<sup>53</sup>. In Asia, però, la deterrenza non funzionò e un nuovo conflitto scoppiò nella penisola coreana nel 1950<sup>54</sup>. Il conflitto confermò l'importanza della guerra aerea e la distruttività dei bombardamenti convenzionali, mentre la minaccia di uso di armi nucleari da parte dell'amministrazione americana ebbe apparentemente due effetti contrapposti<sup>55</sup>.

<sup>48</sup> Phillips Payson O'Brien, *How the War Was Won*, cit.

<sup>49</sup> Bernard Brodie, *The Absolute Weapon. Atomic Power and World Order*, New York, Harcourt, Brace and Co., 1946.

<sup>50</sup> Fred Kaplan, *The Wizards of Armageddon*, Stanford, Stanford University Press, 1991.

<sup>51</sup> Francis J. Gavin, *Nuclear Statecraft History and Strategy in America's Atomic Age*, Cornell, Cornell University Press, 2012.

<sup>52</sup> Peter Grier, "The First Offset", in *Air & Space Force Magazine*, vol. 99, n. 6 (giugno 2016), p. 56-60, <https://www.airandspaceforces.com/PDF/MagazineArchive/Magazine%20Documents/2016/June%202016/0616offset.pdf>.

<sup>53</sup> Aaron L. Friedberg, *In the Shadow of the Garrison State. America's Anti-Statism and Its Cold War Grand Strategy*, Princeton, Princeton University Press, 2000; Lawrence Friedman e Jeffrey Michaels, *The Evolution of Nuclear Strategy*, 4 ed., London, Palgrave Macmillan, 2019.

<sup>54</sup> William Stueck, *Rethinking the Korean War. A New Diplomatic and Strategic History*, Princeton, Princeton University Press, 2002.

<sup>55</sup> Ibid.

Da una parte, secondo gli storici, la minaccia nucleare favorì la fine del conflitto. Dall'altra parte le armi nucleari favorirono un paradosso. Nel suo fondamentale testo *Strategy: The Logic of War and Peace*, Edward Luttwak nota il paradosso per cui difese troppe efficaci, come la Linea Maginot, possono spingere l'avversario a strategie che le bypassino direttamente, di fatto quindi rendendole inutili. Nel caso della coercizione nucleare in Corea il paradosso è che, funzionando così efficacemente, questa spinse la Cina a sviluppare proprie armi atomiche così da non esserne più soggetta in futuro<sup>56</sup>.

Nel corso del decennio che va dalla fine della guerra in Corea (1953) alla morte di John Fitzgerald Kennedy (1963), il più importante sviluppo nel campo del potere aereo riguarda probabilmente la conquista dello spazio<sup>57</sup>. Durante la Seconda guerra mondiale ci fu una prima interazione con lo spazio grazie ai primi missili balistici, i V-2, sviluppati dalla Germania<sup>58</sup>. Missili di questo tipo, grazie a traiettorie balistiche suborbitali, possono colpire bersagli situati a grandi distanze e in tempi ridotti. Inoltre, i missili balistici seguono una traiettoria parabolica che li rende estremamente difficili da intercettare, in quanto escono e poi rientrano nell'atmosfera<sup>59</sup>. Armati di testate nucleari, i missili balistici rappresentano dunque una sfida tanto difficile da affrontare quanto devastante. Se all'inizio dell'era spaziale lo sviluppo di missili balistici è stato un fattore trainante per il progresso tecnologico in questo campo, l'importanza e le difficoltà di condurre missioni di ricognizione sul territorio nemico durante la Seconda guerra mondiale portarono, a partire degli anni '50, allo sviluppo di satelliti di osservazione e di comunicazione per raccogliere e trasferire dati<sup>60</sup>. A differenza degli aerei, e proprio come i missili balistici, i satelliti sono protetti dall'altitudine da eventuali minacce da terra.

L'Unione Sovietica riuscì a vincere la prima gara della corsa allo spazio, mettendo in orbita nel 1957 il primo satellite artificiale, lo Sputnik<sup>61</sup>. In realtà il successo sovietico fu non solo effimero ma anche controproducente, in quanto da una parte

<sup>56</sup> John Wilson Lewis e Xue Litai, *China Builds the Bomb*, Stanford, Stanford University Press, 1988; Edward N. Luttwak, *Strategy. The Logic of War and Peace*, Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press, 1987.

<sup>57</sup> Martin J. Collins, *Space Race. The U.S.-U.S.S.R. Competition to Reach the Moon*, San Francisco, Pomegranate, 1999.

<sup>58</sup> Gregory P. Kennedy, *Vengeance Weapon 2. The V-2 Guided Missile*, Washington, Smithsonian Institution Press, 1983.

<sup>59</sup> Theodore A. Postol, "Lessons of the Gulf War Experience with Patriot", in *International Security*, vol. 16, n. 3 (Winter 1991-1992), p. 119-171, DOI 10.2307/2539090; George N. Lewis, Steve Fetter e Lisbeth Gronlund, "Casualties and Damage From Scud Attacks in the 1991 Gulf War", in *DACS Working Papers*, n. 93-2 (marzo 1993), [https://www.files.ethz.ch/isn/19691/Casualties\\_Scud\\_Attacks.pdf](https://www.files.ethz.ch/isn/19691/Casualties_Scud_Attacks.pdf); Jeremiah D. Sullivan et al., "Technical Debate over Patriot Performance in the Gulf War", in *Science & Global Security*, vol. 8, n. 1, (1999), p. 41-98, [https://scienceandglobalsecurity.org/archive/1999/01/technical\\_debate\\_over\\_patriot.html](https://scienceandglobalsecurity.org/archive/1999/01/technical_debate_over_patriot.html); Theodore A. Postol, "Why Missile Defense Won't Work", in *MIT Technology Review*, 1 aprile 2002, <https://www.technologyreview.com/2002/04/01/235142>.

<sup>60</sup> John Sislin e Joseph Caddell, "From U-2 To CORONA: How Intelligence Collection Norms Evolve", in *War on the Rocks*, 31 maggio 2017, <https://warontherocks.com/?p=14912>.

<sup>61</sup> Von Hardesty e Gene Eisman, *Epic Rivalry. The Inside Story of the Soviet and American Space Race*, New York, National Geographic, 2007.

l'Unione Sovietica non aveva una base tecnologica tale da poter competere nello spazio con gli Stati Uniti e, dall'altra creò un tale shock in America e in Europa da spingere gli avversari occidentali verso ingenti investimenti spaziali che Mosca non fu in grado di eguagliare<sup>62</sup>. Questi investimenti, inoltre, favorirono progressi nella microelettronica che, nel corso dei decenni successivi, avrebbero reso sempre più difficile per l'Unione Sovietica stare al passo con gli Stati Uniti<sup>63</sup>.

#### 4. 1963-1982: la pratica in Vietnam e Medio Oriente informa la strategia in Europa

Tra il 1963 e il 1982 hanno avuto luogo quattro guerre nelle quali il potere aereo ha fornito un importante e in alcuni casi fondamentale contributo: Vietnam (1963-75), Guerra dei sei giorni (1967), Yom Kippur (1973) e Libano (1982)<sup>64</sup>. Questi conflitti hanno mostrato in primo luogo lo stretto legame tra le varie missioni delle aeronautiche militari, in particolare la superiorità aerea e l'attacco al suolo. Laddove la superiorità aerea è stata ottenuta in tempi brevi e senza enormi complicazioni, come nella Guerra dei sei giorni tra Israele, Egitto, Siria e Giordania (1967) e in Libano tra Israele e la Siria (1982), il potere aereo ha potuto sostenere in maniera più efficace gli sforzi di terra. Viceversa, dove lo spazio aereo è stato conteso più a lungo e duramente, come in Vietnam o nella guerra dello Yom Kippur, le forze di terra sono state costrette a scontri più logoranti e sanguinosi – proprio come oggi in Ucraina<sup>65</sup>. In Vietnam l'incapacità di ottenere la superiorità aerea da parte delle forze armate americane era attribuibile a diversi fattori. Dopo la guerra in Corea l'aeronautica americana fece affidamento su una tecnologia non ancora matura: i missili aria-aria in grado di ingaggiare avversari a lunga distanza. I limiti tecnologici di questi missili li rendevano però imprecisi e obbligavano i piloti americani ad avvicinarsi al bersaglio prima di aprire il fuoco, esponendoli così agli attacchi nemici. Infine, la decisione di rimuovere il cannone di bordo (ritenuto obsoleto a causa dell'avvento dei missili aria-aria) dal nuovo aereo per la superiorità aerea, l'F-4 Phantom II, finì per disarmarlo in caso di quegli scontri ravvicinati a cui i limiti dei missili lo obbligavano<sup>66</sup>. Ne risultarono perdite significative.

Va altresì detto che il Vietnam vide anche l'uso massiccio degli elicotteri, con un cambiamento importante nella struttura delle forze di terra e nel loro modo di combattere<sup>67</sup>. Nel 1967 Israele riuscì a evitare l'attrito sofferto dagli Stati Uniti in Vietnam grazie a un'azione preventiva di attacco al suolo (*offensive counter-air*)

<sup>62</sup> Andy W. Marshall, *Long-Term Competition with the Soviets. A Framework for Strategic Analysis*, Santa Monica, RAND, 1972, <https://www.rand.org/pubs/reports/R862.html>.

<sup>63</sup> Bo Lojek, *History of Semiconductor Engineering*, Berlin, Springer, 2007.

<sup>64</sup> Lon O. Nordeen, *Air Warfare in the Missile Age*, Washington, Smithsonian Institution Press, 1985.

<sup>65</sup> Anthony H. Cordesman e Abraham R. Wagner, *The Lessons of Modern War. Vol. 1: The Arab-Israeli Conflicts, 1973-1989*, Boulder, Westview, 1990, p. 18-23.

<sup>66</sup> Marshall L. Michel III, *Clashes: Air Combat over North Vietnam, 1965-1972*, Annapolis, Naval Institute Press, 1997.

<sup>67</sup> Walter J. Boyne, *How the Helicopter Changed Modern Warfare*, Gretna, Pelican Publishing, 2011.

attraverso la quale, nel giro di poche ore, con la sua aeronautica riuscì a distruggere la quasi totalità delle forze aeree avversarie ancora stazionate a terra<sup>68</sup>. Sei anni più tardi Israele subì invece la perdita di ben 50 aerei nei primi tre giorni di conflitto, per mano dei sistemi radar e missili terra-aria sovietici in dotazione a Egitto e Siria<sup>69</sup>. In Libano, attraverso una pianificazione dettagliata, l'uso di tattiche apposite, e l'impiego di esche elettromagnetiche volte a far attivare le postazioni radar siriane, Israele fu invece in grado di neutralizzare le difese anti-aeree nemiche e ottenere così la superiorità aerea nel giro di pochi giorni<sup>70</sup>.

Il decennio successivo ha visto l'interazione di ambiti diversi ma strettamente collegati e tutti influenzati dagli sviluppi negli anni '60. In particolare, anche grazie al progresso nella microelettronica – il primo circuito integrato è del 1971 – vennero prodotti aerei più avanzati, con maggiori capacità e che, anche grazie al pensiero di John Boyd, leggendario pilota dell'aeronautica americana, erano in grado di correggere i limiti osservati nel decennio passato: l'F-15 Eagle e l'F-16 Fighting Falcon entrano entrambi in servizio a inizio decennio mentre tra il 1975 e il 1978 inizia lo sviluppo di quello che sarebbe diventato l'AIM-120 Amraam, un missile aria-aria a lunga distanza in grado di sopperire ai limiti del predecessore, l'AIM-7 Sparrow<sup>71</sup>. Questi, come altri programmi, sono collegati a un più ampio cambiamento strategico negli Stati Uniti, legato all'equilibrio nucleare. Con la crescita dell'arsenale strategico sovietico, tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '70, gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica siglarono infatti una serie di accordi per limitare i loro armamenti nucleari – gli *Strategic Arms Limitation Talks* (SALT) I (1969-72) e II (1972-79)<sup>72</sup>. Mentre gli Stati Uniti cercavano di frenare la competizione nucleare, parallelamente perseguivano un vantaggio qualitativo in campo convenzionale sfruttando il progresso nell'elettronica (a sua volta anche trainato dai precedenti investimenti nel deterrente nucleare, in particolare missili balistici, satelliti e bombardieri)<sup>73</sup>. Si invertiva dunque quanto avvenuto negli anni '50: dall'investimento nelle forze nucleari per bilanciare le forze convenzionali, si passava all'investimento nelle forze convenzionali per ribilanciare l'equilibrio nucleare<sup>74</sup>. Questa politica, iniziata con Richard Nixon, continuata con Jimmy

<sup>68</sup> Michael B. Oren, *Six Days of War. June 1967 and the Making of the Modern Middle East*, Oxford, Oxford University Press, 2002.

<sup>69</sup> Anthony H. Cordesman e Abraham R. Wagner, *The Lessons of Modern War*, cit.; e Kenneth P. Werrell, *Archie to SAM*, cit., p. 152.

<sup>70</sup> Benjamin S. Lambeth, *Moscow's Lessons from the 1982 Lebanon Air War*, Santa Monica, RAND, 1984, p. 4-8, <https://www.rand.org/pubs/reports/R3000.html>; David E. Clary, *The Bekaa Valley - A Case Study*, Maxwell Air Force Base, Air University, 1988, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA192545.pdf>.

<sup>71</sup> Kenneth P. Werrell, *Chasing the Silver Bullet. U.S. Air Force Weapons Development from Vietnam to Desert Storm*, Washington, Smithsonian Books, 2003.

<sup>72</sup> Brendan Rittenhouse Green, *The Revolution that Failed. Nuclear Competition, Arms Control, and the Cold War*, Cambridge, Cambridge University Press, 2020.

<sup>73</sup> Robert Tones, "The Cold War Offset Strategy: Assault Breaker and the Beginning of the RSTA Revolution", in *War on the Rocks*, 20 novembre 2014, <https://warontherocks.com/?p=6763>.

<sup>74</sup> Niccolò Petrelli e Giordana Pulcini, "Nuclear Superiority in the Age of Parity: US Planning, Intelligence Analysis, Weapons Innovation and the Search for a Qualitative Edge 1969–1976", in *The*

Carter e accelerata da Ronald Reagan, in ultima istanza avrebbe contribuito insieme ad altri fattori alla fine della Guerra fredda: la base industriale sovietica non poteva infatti competere nell'elettronica e nella computeristica che richiedono quelle libertà individuali, tra cui la libertà d'impresa, che l'Unione Sovietica ha violentemente schiacciato per tutta la sua esistenza<sup>75</sup>. Va segnalato come questa strategia includesse tutta la struttura delle forze: aerei per attacco al suolo e superiorità aerea (F-15 e F-16), aerei a bassa osservabilità radar (F-117 Nighthawk), aerei per ricognizione aerea Awacs (*Airborne Early Warning and Control*, lo E-3 Sentry) e terrestre (E-8 *Joint Surveillance Target Attack Radar System* o Jstar) e anche satelliti, per osservazione, comunicazione e soprattutto navigazione: il Gps (*Global Positioning System*) di oggi<sup>76</sup>. Anche bombardieri strategici come il B-1 Lancer e il B-2 Spirit ne facevano parte. Potendo penetrare il territorio sovietico con più facilità rispetto ai loro predecessori, questi obbligarono però Mosca a investire massicciamente in difese anti-aeree che, da una parte, non potevano essere utilizzate per scopi offensivi e, per via dei loro elevati costi, riducevano le risorse disponibili per altre capacità offensive<sup>77</sup>. È interessante sottolineare come, negli anni '70, il famoso pilota e teorico del potere aereo John Boyd si opponesse sia ai missili aria-aria a lungo raggio che ai bombardieri strategici in quanto entrambi cancellavano la guerra aerea tradizionale. Proprio i bombardieri, però, avrebbero svolto un ruolo politico-strategico di primaria importanza nell'ultima fase della Guerra fredda. Introducendo la tecnologia *stealth*, gli Stati Uniti resero di colpo queste stesse difese anti-aeree in parte obsolete<sup>78</sup>. In maniera simile a quanto avvenuto durante la Seconda guerra mondiale, il ruolo del potere aerospaziale andava oltre il campo di battaglia, alterando la competizione strategica tra le due potenze a livello economico e tecnologico<sup>79</sup>.

Tale strategia riguardava anche il dominio spaziale. Dopo lo sbarco sulla luna del 1969, gli Stati Uniti svilupparono una nuova generazione di satelliti di navigazione, quello che sarebbe poi diventato il Gps, permettendo alle forze terrestri, navali e aeree di conoscere con esattezza e in tempo reale la loro posizione e, quindi, di colpire con precisione un obiettivo fisso, date le sue coordinate – che satelliti e velivoli da osservazione sempre più precisi potevano identificare<sup>80</sup>. Con l'amministrazione Reagan venne infine lanciato il programma cosiddetto di "guerre spaziali", la

*International History Review*, vol. 40, n. 5 (2018), p. 1191-1209, DOI 10.1080/07075332.2017.1420675.

<sup>75</sup> Stephen G. Brooks e William C. Wohlforth, "Power, Globalization, and the End of the Cold War: Reevaluating a Landmark Case for Ideas", in *International Security*, vol. 25, n. 3 (Winter 2000/01), p. 5-53, DOI 10.1162/016228800560516, <https://www.belfercenter.org/node/88563>.

<sup>76</sup> Barry D. Watts, *The Evolution of Precision Strike*, Washington, Centre for Strategic and Budgetary Assessments, 2013, <https://csbaonline.org/research/publications/the-evolution-of-precision-strike>.

<sup>77</sup> Andrew F. Krepinevich e Robert C. Martinage, *Dissuasion Strategy. Thinking Smarter about Defense*, Washington, Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2008, p. 1-16, <https://csbaonline.org/uploads/documents/2008.05.06-Dissuasion-Strategy.pdf>.

<sup>78</sup> Andrew F. Krepinevich e Barry D. Watts, *The Last Warrior. Andrew Marshall and the Shaping of Modern American Defense Strategy*, New York, Basic Books, 2015, p. 125-136.

<sup>79</sup> Andrew W. Marshall, *Long-Term Competition with the Soviets*, cit.

<sup>80</sup> Norman Friedman, *Seapower and Space. From the Dawn of the Missile Age to Net-Centric Warfare*, Annapolis, Naval Institute Press, 2000.

*Strategic Defense Initiative*. Il programma non sarebbe mai arrivato a compimento, ma la spinta tecnologica che diede alla base industriale americana fu importante nell'assicurare agli Stati Uniti un ulteriore vantaggio nella competizione strategica con l'Unione Sovietica<sup>81</sup>.

## 5. 1983-2002: la tecnologia informa e trasforma pratica e teoria

Nel decennio che precede la fine della Guerra fredda e in quelli successivi, entrarono a regime le capacità sviluppate negli anni '70 e se ne sviluppano di nuove. Aerei come l'F-15, l'F-16 e il Tornado diventano progressivamente l'asse portante delle flotte occidentali, mentre vengono progettati aerei di nuova generazione come l'F-22/A Raptor e l'F-35 Lightning II/Joint Strike Fighter, il Rafale o l'Eurofighter. Il Boeing E-3 Sentry con funzione Awacs assume un ruolo centrale per la ricognizione aerea mentre vengono sviluppati droni a media ed elevata altitudine, come l'MQ-9 Reaper e il RQ-4 Global Hawk, che permettono di volare fino a 48 ore e raccogliere vari tipi di informazioni sul terreno. Il munizionamento si compone sempre più di missili ad alta precisione come l'AIM-120 Amraam o il Meteor Bvraam e lo Scalp EG/Storm Shadow<sup>82</sup>. Forse il cambiamento più importante riguarda l'integrazione in rete di queste piattaforme attraverso computer e sistemi di comunicazione in tempo reale, a loro volta collegati anche a satelliti di osservazione, comunicazione e navigazione.

Questo periodo di enorme fermento tecnologico, favorito anche dagli investimenti iniziali degli anni '60 e '70, porta a un importante rielaborazione dottrinale, concettuale e teorica. All'inizio degli anni '80 le forze Nato ripensano l'uso del potere aereo per fornire un supporto diretto e letale alle truppe di terra. Nasce così l'idea dell'*Air-Land Battle*<sup>83</sup>. Nello stesso periodo, John Warden, della US Air Force, offre una delle elaborazioni più importanti del potere aerospaziale enfatizzandone non solo i vantaggi operativi ma anche quelli strategici<sup>84</sup>. Secondo questi, il potere aereo poteva raggiungere effetti strategici neutralizzando le strutture di comando, controllo e comunicazione avversarie con l'obiettivo di debilitare il nemico e portarlo alla paralisi. Warden avrebbe poi direttamente partecipato alla pianificazione della guerra del Golfo del 1991, e proprio quel conflitto ha avuto

<sup>81</sup> Andrea Gilli e Mauro Gilli, "Why China Has Not Caught Up Yet: Military-Technological Superiority and the Limits of Imitation, Reverse Engineering, and Cyber Espionage", in *International Security*, vol. 43, n. 3 (Winter 2018/19), p. 141-189, [https://doi.org/10.1162/isec\\_a\\_00337](https://doi.org/10.1162/isec_a_00337); Stephen G. Brooks, *Producing Security. Multinational Corporations, Globalization, and the Changing Calculus of Conflict*, Princeton, Princeton University Press, 2006.

<sup>82</sup> Benjamin S. Lambeth, *The Transformation of American Air Power*, Ithaca/London, Cornell University Press, 2000.

<sup>83</sup> John L. Romjue, *From Active Defense to AirLand Battle. The Development of Army Doctrine, 1973-1982*, Fort Monroe, Historical Office United States Army Training and Doctrine Command, 1984, <https://www.tradoc.army.mil/wp-content/uploads/2020/10/From-Active-Defense-to-AirLand-Battle.pdf>.

<sup>84</sup> John A. Warden III, *The Air Campaign: Planning for Combat*, Washington, National Defense University Press, 1988, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA259303.pdf>.

importanti ripercussioni a livello teorico e dottrinale. In particolare, negli anni '90 prende piede l'idea che aerei *stealth*, comunicazioni in tempo reale, sensoristica avanzata e missili di precisione abbiano favorito una rivoluzione negli affari militari<sup>85</sup>. Ne segue un dibattito strategico la cui elaborazione operativa è l'idea della guerra net-centrica, nella quale tutte le piattaforme vengono integrate in rete per sconfiggere l'avversario attraverso superiorità informativa e velocità di esecuzione<sup>86</sup>.

Tra il 1983 e il 2003 ci sono state cinque principali campagne aeree che ispirano ed eseguono le elaborazioni dottrinali e teoriche appena descritte: la costante attività di deterrenza Nato nel fronte centrale europeo negli anni '80, la guerra in Iraq del 1991, in Kosovo del 1999, in Afghanistan del 2001 e ancora in Iraq nel 2003. Per comprendere, da un punto di vista operativo, le conseguenze del cambiamento tecnologico e teorico-dottrinale osservato basta un dato: il combattimento aerea tradizionale praticamente scompare<sup>87</sup>. Da un lato l'attività di deterrenza in Europa centrale funziona, rispetto a una Unione Sovietica già in declino. Dall'altro, le campagne aeree in Iraq, Balcani e Afghanistan avvengono contro avversari non alla pari rispetto al preponderante schieramento di forze di Stati Uniti e alleati occidentali<sup>88</sup>. Sia in Iraq che in Kosovo e Afghanistan, la prima fase operativa di *Suppression of Enemy Air Defence* (Sead) riesce efficacemente e rapidamente ad assicurare una superiorità aerea che permette, a sua volta, di attaccare infrastrutture militari, forze terrestri, siti produttivi avversari e infrastrutture critiche, limitando al massimo sia le perdite tra le proprie unità che le vittime civili – i cosiddetti "danni collaterali". Gli aerei avversari vengono distrutti con missili con raggio oltre il campo visivo o, addirittura, direttamente al suolo con operazioni di *offensive counter-air*. Anche il bombardamento al suolo cambia significativamente: maggiore precisione e raggio di azione permettono di distruggere efficacemente obiettivi a distanza, con bombardieri o aerei *stealth* o addirittura con missili balistici e da crociera lanciati da navi e da aerei<sup>89</sup>.

In Iraq, nel 1991, la campagna aerea con cui inizia il conflitto acceca e paralizza le forze armate del Paese, aprendo la strada a un'avanzata terrestre ad alta velocità e con perdite limitate (e in ogni caso molto inferiori alle simulazioni pre-conflitto). Questa campagna libera in poco tempo il Kuwait evitando di entrare nel territorio iracheno<sup>90</sup>. Il tutto contro uno stato che, per gli standard non solo del Medio

<sup>85</sup> Eliot A. Cohen, "A Revolution in Warfare", in *Foreign Affairs*, vol. 75, n. 2 (marzo/aprile 1996), p. 37-54, DOI 10.2307/20047487.

<sup>86</sup> Norman Friedman, *Network-Centric Warfare. How Navies Learned to Fight Smarter through Three World Wars*, Annapolis, Naval Institute Press, 2009.

<sup>87</sup> John Stillion, *Trends in Air-To-Air Combat. Implications for Future Air Superiority*, Washington, Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2015, <https://csbaonline.org/research/publications/trends-in-air-to-air-combat-implications-for-future-air-superiority>.

<sup>88</sup> Vincenzo Camporini et al., "Il ruolo dei velivoli da combattimento italiani nelle missioni internazionali: trend e necessità", in *Quaderni IAI*, n. 10 (marzo 2014), <https://www.iai.it/it/node/1851>.

<sup>89</sup> Michael Russell Rip e James M. Hasik, *The Precision Revolution*, cit.

<sup>90</sup> Eliot A. Cohen, *Gulf War Air Power Survey. Vol. 2: Operations and Effects and Effectiveness*,



Oriente ma di tutto il mondo, disponeva di forze armate robuste ed efficaci, ma che non potevano competere con il combinato del potere aereo e dello schieramento terrestre dispiegato dalla coalizione internazionale a guida americana.

In Kosovo, nel 1999, si fa ancora maggiore ricorso a munizioni di precisione e droni per ricognizione aerea, anche perché nel frattempo la tecnologia, soprattutto negli Stati Uniti, è evoluta enormemente<sup>91</sup>. Da un punto di vista operativo la campagna in Kosovo evidenzia le difficoltà di operare contro difese anti-aeree mobili che, se sapientemente usate, possono rappresentare una minaccia anche per una forza aerea avanzata<sup>92</sup>. Tra l'altro, le forze armate serbe riescono infatti ad abbattere un F-117 Nighthawk. Inoltre, il processo decisionale maggiormente collegiale in ambito Nato rende il *targeting* più complesso e selettivo<sup>93</sup>. Da un punto di vista strategico la campagna in Kosovo solleva un importante dibattito sul ruolo coercitivo del potere aereo, per certi versi riportando alla ribalta un tema degli anni '20<sup>94</sup>.

Dal 2001 in poi, la guerra in Afghanistan porta alla luce un nuovo tipo di avversario che implica anche una guerra aerea parzialmente diversa. La prima fase della campagna contro il regime dei Talebani vede l'uso di missili di precisione guidati da puntatori laser a terra, grazie alla cooperazione sia con forze di intelligence sul terreno sia con l'opposizione afghana guidata dalla Alleanza del Nord<sup>95</sup>. Una volta caduto il regime, avviata la transizione e il sostegno sempre maggiore agli sforzi di stabilizzazione da parte delle nuove autorità afghane, inizia un ventennio di guerra al terrorismo e controguerriglia che vede un massiccio e crescente impiego di droni non solo per ricognizione ma anche per missioni cinetiche<sup>96</sup>. Il controllo dell'aria da parte della missione Nato è totale, così come la superiorità tecnologica rispetto agli affiliati di Al-Qaeda e Talebani. Gli avversari sono però dispersi, nascosti e si mescolano a civili per favorire danni collaterali da parte della coalizione con il fine di radicalizzare e reclutare tra la popolazione locale, e così indebolire il controllo del territorio da parte del governo nazionale e delle forze internazionali<sup>97</sup>.

Washington, Government Printing Office, 1993, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA279742.pdf>.

<sup>91</sup> Benjamin S. Lambeth, *NATO's Air War for Kosovo: A Strategic and Operational Assessment*, Santa Monica, RAND, 2001, [https://www.rand.org/pubs/monograph\\_reports/MR1365.html](https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1365.html).

<sup>92</sup> John A. Tirpak, "Dealing with Air Defenses", in *Air Force Magazine*, vol. 82, n. 11 (novembre 1999), p. 25-29, <https://www.airandspaceforces.com/article/1199airdefense>; Barry R. Posen, "The War for Kosovo: Serbia's Political-Military Strategy", in *International Security*, vol. 24, n. 4 (Spring 2000), p. 39-84, DOI 10.1162/016228800560309.

<sup>93</sup> Jon R. Lindsay, *Information Technology and Military Power*, Ithaca/London, Cornell University Press, 2020.

<sup>94</sup> Daniel Byman e Matthew Waxman, *The Dynamics of Coercion American Foreign Policy and the Limits of Military Might*, Cambridge, Cambridge University Press, 2002.

<sup>95</sup> Stephen D. Biddle, "Allies, Airpower, and Modern Warfare: The Afghan Model in Afghanistan and Iraq", in *International Security*, vol. 30, n. 3 (Winter 2005/06), p. 161-176, DOI 10.1162/isec.2005.30.3.161.

<sup>96</sup> Richard Whittle, *Predator: The Secret Origins of the Drone Revolution*, New York, Henry Holt, 2014.

<sup>97</sup> Alessandro Marrone, "Afghanistan in Transition: The Security Context Post-Bin Laden", in *IAI Working Papers*, n. 11|13 (giugno 2011), <https://www.iai.it/it/node/3309>.

## 6. 2003-2023: verso il futuro (più competitivo)

Nel 2003, quando la coalizione dei volenterosi capeggiata dagli Stati Uniti lanciò un attacco contro il regime di Saddam Hussein in Iraq, l'esito fu quasi senza precedenti nella storia per rapidità, velocità e letalità della manovra offensiva<sup>98</sup>. Nel giro di poche settimane, le forze armate della coalizione annichirono le forze armate irachene. L'uso di missili di precisione a lunga distanza e in generale una prima fase di operazioni Sead massiccia ed efficace garantì un'immediata superiorità aerea, che poi sostenne l'avanzata di terra continuando con l'attacco alle forze armate irachene in sinergia con le forze terrestri. Aerei e droni da ricognizione di distinsero per fornire informazioni in tempo reale e dettagliate sulle capacità e i movimenti degli avversari. A tal proposito è utile sottolineare il cambiamento di paradigma osservato. Fino al 1991 per colpire un obiettivo avversario servivano giorni tra la sua identificazione, la conferma, la distribuzione delle informazioni, la formulazione di piani di attacco e la loro esecuzione. Con l'uso di droni, sofisticati sistemi di comando e controllo, e adeguate dottrine di impiego, questo ciclo si è accorciato fino a durare pochi minuti<sup>99</sup>. Come in Afghanistan, alla rapida vittoria contro un avversario statale seguì, però, una lunga fase di controguerriglia in cui l'impiego del potere aereo divenne più selettivo per non nuocere al sostegno locale per le nuove autorità irachene, e al tempo stesso si scontrò con i limiti di una guerra asimmetrica in cui l'avversario sfrutta la popolazione locale per nascondersi<sup>100</sup>.

La campagna in Libia del 2011 rappresenta ad oggi l'ultimo esempio significativo di uso massiccio del potere aereo da parte dei Paesi Nato. In maniera analoga all'Iraq per il Medio Oriente, il dispositivo militare libico risultava essere uno dei più robusti del Nord Africa in termini qualitativi e quantitativi<sup>101</sup>. La coalizione internazionale in ambito Nato fu però più limitata, perché la metà dei Paesi dell'Alleanza atlantica non vi partecipò, e al tempo stesso più bilanciata in termini di sforzi, poiché gli Stati Uniti avrebbero condotto solo un terzo delle sortite aeree, alle quali parteciparono dunque maggiormente Francia, Regno Unito e Italia<sup>102</sup>. Alla prima fase di operazioni Sead che, tuttavia, data l'urgenza di fermare la repressione della rivolta a Bengasi, si sovrappose ad attacchi diretti contro le forze terrestri libiche, seguirono bombardamenti diretti contro centri di comando e infrastrutture critiche. Parallelamente il potere aereo venne coordinato maggiormente con i gruppi ribelli

<sup>98</sup> Stephen Biddle, "Speed Kills? Reassessing the Role of Speed, Precision, and Situation Awareness in the Fall of Saddam", in *Journal of Strategic Studies*, vol. 30, n. 1 (2007), p. 3-46, DOI 10.1080/01402390701210749.

<sup>99</sup> Christian Brose, *The Kill Chain. Defending America in the Future of High-Tech Warfare*, New York, Hachette Books, 2020.

<sup>100</sup> James S. Corum e Wray R. Johnson, *Airpower in Small Wars. Fighting Insurgents and Terrorists*, Lawrence, University Press of Kansas, 2003; Benjamin S. Lambeth, *Air Power Against Terror. America's Conduct of Operation Enduring Freedom*, Santa Monica, RAND, 2005, <https://www.rand.org/pubs/monographs/MG166-1.html>.

<sup>101</sup> Karl P. Mueller (a cura di), *Precision and Purpose Airpower in the Libyan Civil War*, Santa Monica, RAND, 2015, [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR676.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR676.html).

<sup>102</sup> Vincenzo Camporini et al., "Il ruolo dei velivoli da combattimento italiani nelle missioni internazionali", cit.

per favorirne l'avanzata verso Tripoli. In termini di assetti utilizzati la suddetta composizione della coalizione internazionale avrebbe influenzato l'impiego delle forze. Nella prima fase gli Stati Uniti assicurarono un significativo impiego di missili a lunga gittata, oltre che di caccia, rifornitori e droni. Dopo alcune settimane, tuttavia, Washington decise di limitare il proprio coinvolgimento, portando gli alleati europei a dare fondo alle proprie risorse per continuare la campagna. Proprio come oggi in Ucraina, il tema delle scorte di missili di precisione emerse nella sua drammaticità, portando così i Paesi europei anche all'impiego di munizionamento tradizionale. Utile anche menzionare il ruolo primario svolto da velivoli da attacco al suolo, il posizionamento delle portaerei europee nel Mediterraneo centrale e l'impiego di elicotteri francesi e britannici per sostenere la manovra terrestre dei ribelli. L'operazione terminò nel giro di otto mesi con il crollo del regime di Gheddafi: senza un'operazione internazionale a sostegno della transizione libica, il Paese finì presto in una guerra civile che di fatto dura ancora oggi<sup>103</sup>.

Gli anni Duemila hanno evidenziato un tratto già emerso negli anni '90: il fondamentale ruolo del trasporto aereo soprattutto a livello strategico. Venuta meno la priorità della difesa territoriale in Europa, e iniziando l'epoca delle operazioni al di fuori del perimetro Nato (*out-of-area*), la possibilità di poter utilizzare le proprie capacità militari per servire la sicurezza internazionale finirono per dipendere dalla logistica, via mare o via aria. Per teatri privi di sbocco sul mare, quali l'Afghanistan, le operazioni sul campo finirono per dipendere interamente dal trasporto aereo. In Iraq i trasporti marittimi sostennero la logistica, lo *strategic airlift* si rivelò lo stesso fondamentale<sup>104</sup>.

I due decenni che vanno dall'attacco alle Torri Gemelle nel 2001 all'invasione russa dell'Ucraina saranno però, probabilmente ricordati nei libri di storia per un'altra ragione: l'interazione tra due enormi trasformazioni, quella geopolitica e quella tecnologia. Da una parte, negli ultimi due decenni, il cambiamento tecnologico è stato senza precedenti per la velocità, la profondità e la pervasività<sup>105</sup>. Quando le Torri Gemelle sono state attaccate non esistevano gli iPhone o Twitter, mentre oggi le piattaforme digitali rappresentano una componente essenziale delle nostre vite, delle nostre economie e anche della nostra sicurezza. Dall'altra parte in questi due decenni è ritornata la competizione geopolitica, con gli Stati Uniti e i loro alleati da una parte e le autocrazie quali Cina, Russia e Iran dall'altra<sup>106</sup>. Il cambiamento tecnologico ha favorito la competizione geopolitica, e a sua volta la competizione geopolitica ha spinto governi e forze armate a cercare soluzioni tecnologiche alle

<sup>103</sup> Christopher S. Chivvis e Jeffrey Martini, *Libya After Qaddafi. Lessons and Implications for the Future*, Santa Monica, RAND, 2014, [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR577.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR577.html).

<sup>104</sup> Kenneth P. Werrell, "The Dark Ages of Strategic Airlift: the Propeller Era", in *Air Power History*, vol. 50, n. 3 (Fall 2003), p. 20-33.

<sup>105</sup> Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee, *The Second Machine Age. Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, New York, W. W. & Norton, 2014.

<sup>106</sup> Bruce Jones, "China and the Return of Great Power Strategic Competition", in *Brookings Reports*, febbraio 2020, <https://www.brookings.edu/?p=701124>.

sfide che devono affrontare<sup>107</sup>. Nei primi anni '90 la Cina non aveva ancora una flotta navale sufficiente per difendere le proprie coste. Oggi è in grado di schierare la più grande marina al mondo per numero di navi, e capacità aerospaziali estremamente avanzate che comprendono caccia bombardieri, satelliti, missili a lungo raggio e droni<sup>108</sup>. Forse il tratto più rilevante di questo periodo, da una prospettiva aerea e aerospaziale, riguarda la diffusione di missili di precisione, capacità *anti-access/area denial* (A2/AD) e infine i *battlenetwork*, l'intero pacchetto che permette di raccogliere dati, processarli, distribuirli e sfruttarli tramite munizioni di precisione<sup>109</sup>. Il cambiamento tecnologico ha anche favorito la diffusione di missili anti-aereo portabili per aerei di linea, capacità di guerra elettronica, droni a corto e medio raggio, e sistemi cyber che, da soli o congiuntamente, rendono più difficile l'intervento e le operazioni militari occidentali.

In maniera differente, i conflitti che hanno avuto luogo nel corso dell'ultimo decennio evidenziano i cambiamenti tecnologici in atto e l'evoluzione del combattimento. La guerra russa contro la Georgia del 2008, la guerra civile siriana dal 2011 al 2016, la guerra civile in Libia nel 2019 e 2020, e poi ancora la guerra tra Azerbaijan e Armenia per il Nagorno-Karabakh e l'invasione russa dell'Ucraina orientale nel 2014 e di tutto il Paese nel 2022 confermano infatti quanto, da una parte, la tecnologia non vinca i conflitti, men che meno le sole tecnologie più recenti o di derivazione commerciale. In tutti questi conflitti, i droni hanno avuto un effetto significativo solo se operati da forze capaci, integrati all'interno di *battlenetwork* più complessi, e impiegati contro difese anti-aeree ridotte o addirittura assenti. Dall'altra parte è inevitabile come in questi conflitti la superiorità aerea sia stata fondamentale per portare a una rapida conclusione delle operazioni e come, dall'altra parte, i vari domini siano diventati più contesi: quello cyber, in primo luogo, ma anche lo spazio elettromagnetico, e poi i cieli, lo spazio e i mari<sup>110</sup>.

Tre considerazioni finali meritano attenzione relativamente a questo periodo. In primo luogo, Cina e Russia hanno investito in capacità aerospaziali per confrontare quelle che i due Paesi ritengono essere situazioni critiche ai loro confini: Taiwan e l'Ucraina. La modernizzazione militare dei due Paesi, che ha visto i loro rispettivi bilanci militari esplodere nel corso degli ultimi due decenni, ha dato ampia attenzione all'aerospazio. Ciononostante, la Russia ha sperimentato quanto lo

<sup>107</sup> Mustafa Suleyman e Michael Bhaskar, *The Coming Wave. Technology, Power, and the Twenty-first Century's Greatest Dilemma*, London, Bodley Head, 2023; Azeem Azhar, *Exponential. How the Next Digital Revolution Will Rewire Life on Earth*, New York, Random House, 2021.

<sup>108</sup> Eric Heginbotham et al., *The U.S.-China Military Scorecard: Forces, Geography, and the Evolving Balance of Power, 1996-2017*, Santa Monica, RAND, 2015, [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR392.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR392.html).

<sup>109</sup> Andrew Krepinevich, Barry Watts e Robert Work, *Meeting the Anti-Access and Area-Denial Challenge*, Washington, Center for Budgetary and Strategic Assessment, 2003, <https://csbaonline.org/research/publications/a2ad-anti-access-area-denial>.

<sup>110</sup> Bryan Clark e Mark Gunzinger, *Winning the Airwaves. Regaining America's Dominance in the Electromagnetic Spectrum*, Washington, Center for Budgetary and Strategic Assessment, 2017, <https://csbaonline.org/research/publications/winning-the-airwaves-sustaining-americas-advantage-in-the-electronic-spectr>.

spazio aereo possa diventare difficile da penetrare per via di difese anti-aeree moderne (e non) e, di conseguenza, la centralità dello spazio aereo. Con il controllo dei cieli la guerra in Ucraina avrebbe visto probabilmente un percorso differente, e forse anche un altro esito. La Russia ha così dovuto ricorrere, da una parte, a una lenta e sanguinosa guerra d'attrito via terra e, dall'altra, a una guerra aerea tramite droni, missili da crociera e missili balistici<sup>111</sup>. Oramai queste capacità sono ampiamente diffuse, come dimostrano sia gli attacchi ucraini contro il territorio russo che gli attacchi dei ribelli yemeniti Houthi contro il traffico commerciale nel Mar Rosso<sup>112</sup>. È dunque verosimile che le difese anti-aeree assumano ulteriore importanza negli anni a venire.

In secondo luogo, tutti i principali Paesi, anche se con intensità ed estensione differente, hanno cercato di sfruttare e integrare il cambiamento tecnologico nelle loro forze armate. Ciò spiega l'attenzione verso comunicazioni digitali, capacità di calcolo, l'automazione, robotica, stampa in 3D e computer quantistici. La Cina è il Paese che maggiormente ha guardato a questi ambiti, realisticamente per colmare il divario tecnologico che ancora la separa, soprattutto a livello militare, dai Paesi occidentali. Se, come e quando questa trasformazione militare avrà successo non è dato sapere. Di sicuro negli anni a venire l'equilibrio militare nell'Asia-Pacifico dipenderà anche da questi sviluppi<sup>113</sup>.

Parte della modernizzazione militare cinese riguarda anche lo spazio, dove Pechino ha sviluppato capacità sia per meglio monitorare il Pacifico che per negare il comando dello spazio agli Stati Uniti – dal quale dipende la loro intera struttura di comando, inclusa quella nucleare. Proprio lo spazio rappresenta il dominio dove competizione geopolitica e accelerazione tecnologica hanno portato i maggiori cambiamenti nel corso degli ultimi due decenni. Fino ai primi anni Duemila lo spazio era un dominio saldamente controllato dai Paesi occidentali e, in particolare, dagli Stati Uniti<sup>114</sup>. Gli ingenti investimenti cinesi uniti a una sapiente politica di imitazione e innovazione hanno permesso alla Cina di contestare lo spazio e, attualmente, minacciarne l'uso da parte occidentale in sostegno alle operazioni di terra, mare e aria<sup>115</sup>. La Russia dal canto suo ha sviluppato armi in grado di

<sup>111</sup> Justin Bronk, Nick Reynolds e Jack Watling, "The Russian Air War and Ukrainian Requirements for Air Defence", in *RUSI Special Reports*, 7 novembre 2022, <https://rusi.org/explore-our-research/publications/special-resources/russian-air-war-and-ukrainian-requirements-air-defence>.

<sup>112</sup> Anthony H. Cordesman, "The Changing Nature of War in the Middle East and North Africa", in *Harvard International Review*, vol. 37, n. 4 (Summer 2016), p. 21-27, <https://css.ethz.ch/en/services/digital-library/articles/article.html/a6365065-4a15-449f-ab47-97b76813944d>.

<sup>113</sup> Stephen Biddle e Ivan Oelrich, "Future Warfare in the Western Pacific: Chinese Antiaccess/Area Denial, U.S. AirSea Battle, and Command of the Commons in East Asia", in *International Security*, vol. 41, n. 1 (Summer 2016), p. 7-48, [https://doi.org/10.1162/isec\\_a\\_00249](https://doi.org/10.1162/isec_a_00249).

<sup>114</sup> Barry R. Posen, "Command of the Commons: The Military Foundation of U.S. Hegemony", in *International Security*, vol. 28, n. 1 (Summer 2003), p. 5-46, DOI 10.1162/016228803322427965; Eugene Gholz, "Military Transformation, Political Economy Pressures and the Future of Trans-Atlantic National Security Space Cooperation", in *Astropolitics*, vol. 1, n. 2 (2003), p. 26-49, DOI 10.1080/14777620312331269919.

<sup>115</sup> Mark Stokes et al., *China's Space and Counterspace Capabilities and Activities*, Washington, U.S.-

distruggere satelliti, testate a scopo dimostrativo nel 2021<sup>116</sup>. Durante questo periodo, la competizione per lo spazio ha visto l'ingresso anche di attori privati, come SpaceX, Blue Origins e Virgin Galactic, e lo sviluppo di costellazioni di satelliti che si avvalgono di un maggior numero di satelliti meno costosi, garantendo così ridondanza sistemica<sup>117</sup>. Più in generale, il nesso tra spazio e difesa è diventato sempre più forte in quanto la tecnologia permette operazioni nello spazio, le forze armate dei principali Paesi Nato hanno istituito comandi spaziali o forze spaziali, o come nel caso francese e spagnolo hanno affidato alle proprie aeronautiche quello che è diventato per l'Alleanza atlantica un nuovo dominio operativo a tutti gli effetti<sup>118</sup>. Non a caso, l'Aeronautica Militare italiana ragiona in termini di aerospazio e potere aerospaziale in una prospettiva attuale e futura.

## Conclusioni

Questo studio ha voluto riepilogare l'evoluzione del potere aereo e aerospaziale nel corso degli ultimi 120 anni. La trasformazione osservata in questo arco temporale è stata senza precedenti: in poco più di 50 anni, gli esseri umani sono passati dal primo volo di un aereo più pesante dell'aria all'esplorazione spaziale. I limiti della fisica che a lungo hanno frustrato gli ingegneri aerospaziali sono stati gradualmente abbattuti, sviluppando materiali più leggeri e più resistenti, motori più potenti e più efficienti, forme geometriche più aerodinamiche, e sensori e sistemi di controllo e pilotaggio avanzati.

È difficile trarre lezioni univoche da questi 120 anni e, ancora di più, elaborare le implicazioni per i decenni a venire. È però utile elaborare ulteriormente i cinque temi anticipati nell'introduzione. In questi 120 anni, non ci sarebbe stato dominio aereo e aerospaziale, e neppure i loro molteplici sviluppi, senza il cambiamento tecnologico. Se è vero che la tecnologia non vince le guerre, è altresì vero che è impossibile operare nell'aria e nello spazio senza tecnologia. I cambiamenti avvenuti negli ultimi anni e che, realisticamente, continueranno e forse addirittura accelereranno nei prossimi lustri, impatteranno la dimensione aerospaziale. Una possibile conseguenza può essere la crescente interazione tra domini – o almeno questa è l'idea dei Paesi occidentali che si stanno adattando alle operazioni multi-dominio.

China Economic and Security Review Commission, 30 marzo 2020, <https://www.uscc.gov/research/chinas-space-and-counterspace-activities>.

<sup>116</sup> Giancarlo La Rocca, "Test russo e Kosmos-1408: perché è una cattiva idea distruggere un satellite", in *AffarInternazionali*, 24 novembre 2021, <https://www.archivio-affarinternazionali.it/archivio/?p=90572>.

<sup>117</sup> Ryan Brukardt et al., "Space: The Missing Element of Your Strategy", in *McKinsey Insights*, 27 marzo 2023, <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/space-the-missing-element-of-your-strategy>.

<sup>118</sup> Alessandro Marrone e Michele Nones (a cura di), "The Expanding Nexus between Space and Defence", in *Documenti IAI*, n. 22|01 (febbraio 2022), <https://www.iai.it/it/node/14669>.

La tecnologia non esiste in un vuoto; esiste invece grazie a individui che vivono nelle nostre società, lavorano nelle organizzazioni e hanno valori, cultura, principi e convinzioni di vario genere. Non solo i 120 anni di storia che abbiamo riepilogano contraddicono fundamentalmente qualsiasi determinismo tecnologico, ma evidenziano anche come idee e valori possano fortemente influenzare il cambiamento della tecnologia, inclusa quella aerospaziale. Se è poco utile fare previsioni sul futuro guardando al passato, si può però speculare che idee e valori continueranno a informare l'evoluzione tecnologica.

Idee e valori caratterizzano gruppi, ma i gruppi sono fatti di individui e i 120 anni di storia del potere aereo e aerospaziale ne esaltano l'importanza. Le missioni, le operazioni e le campagne militari sono state vinte o perse grazie a individui. Nonostante l'accelerazione tecnologica osservata in questi ambiti nel corso degli ultimi decenni, l'importanza degli esseri umani è aumentata. Man mano che le piattaforme hanno ottenuto maggiori prestazioni, il ruolo del pilota si è elevato gerarchicamente, con minori decisioni da prendere ma sempre più importanti. L'applicazione dell'intelligenza artificiale nel mondo commerciale conferma questa intuizione: è ragionevole pensare che ciò valga anche per cielo e spazio<sup>119</sup>.

Cielo e spazio non hanno, fattualmente, veri e propri confini. Le operazioni aeree e aerospaziali, però, hanno dei confini, determinati dalla tecnologia. Il cambiamento tecnologico ha progressivamente esteso questi confini nel corso degli ultimi 120 anni. È interessante notare come questi confini si siano progressivamente estesi anche al dominio cyber, e dunque all'informazione e quindi allo spazio cognitivo.

Infine, anche se non in maniera netta e continuativa, l'evoluzione del potere aereo e aerospaziale segnala il suo centrale ruolo strategico che va oltre le funzioni di deterrenza e coercizione, per influenzare direttamente la competizione strategica. Durante la Seconda guerra mondiale la maggiore capacità produttiva statunitense influenzò ampiamente l'esito del conflitto. Durante la Guerra fredda la leadership americana in microelettronica e informatica alterò la competizione strategica con l'Unione Sovietica. Oggi, e domani, si può pensare che la competizione strategica verrà influenzata dall'uso nell'aerospazio di intelligenza artificiale, computer quantistici e nuove fonti di energia. E ciò obbliga a guardare attentamente alla base di capitale umano, scientifica, tecnologica e industriale degli attori coinvolti.

aggiornato 6 febbraio 2024

<sup>119</sup> Ajay Agrawal, Joshua Gans e Avi Goldfarb, *Prediction Machines. The Simple Economics of Artificial Intelligence*, Boston, Harvard Business School Press, 2018; Andrea Gilli et al., "NATO-Mation: Strategies for Leading in the Age of Artificial Intelligence", in *NDC Research Papers*, n. 15 (dicembre 2020), <https://www.jstor.org/stable/resrep27711.1>.

#### Istituto Affari Internazionali (IAI)

L'Istituto Affari Internazionali (IAI) è un think tank indipendente, privato e non-profit, fondato nel 1965 su iniziativa di Altiero Spinelli. Lo IAI mira a promuovere la conoscenza della politica internazionale e a contribuire all'avanzamento dell'integrazione europea e della cooperazione multilaterale. Si occupa di temi internazionali di rilevanza strategica quali: integrazione europea, sicurezza e difesa, economia internazionale e *governance* globale, energia e clima, politica estera italiana; e delle dinamiche di cooperazione e conflitto nelle principali aree geopolitiche come Mediterraneo e Medio Oriente, Asia, Eurasia, Africa e Americhe. Lo IAI pubblica una rivista trimestrale in lingua inglese (*The International Spectator*), una online in italiano (*AffarInternazionali*), due collane di libri (*Trends and Perspectives in International Politics* e *IAI Research Studies*) e varie collane di paper legati ai progetti di ricerca (*Documenti IAI*, *IAI Papers*, ecc.).

Via dei Montecatini, 17 - I-00186 Roma, Italia

T +39 06 6976831

[iai@iai.it](mailto:iai@iai.it)

[www.iai.it](http://www.iai.it)

## Ultimi DOCUMENTI IAI

Direttore: Alessandro Marrone ([a.marrone@iai.it](mailto:a.marrone@iai.it))

- 24 | 02 Andrea Gilli, Mauro Gilli e Alessandro Marrone, *Oltre un secolo di potere aereo: teoria e pratica*
- 24 | 01 Leo Goretti and Filippo Simonelli, *Italy's Foreign Policy in 2023: Challenges and Perspectives*
- 23 | 24 Elio Calcagno and Alessandro Marrone (eds), *Above and Beyond: State of the Art of Uncrewed Combat Aerial Systems and Future Perspectives*
- 23 | 23 Alessia Chiriatti, *Transizioni e innovazioni: implicazioni per le policy italiane e internazionali*
- 23 | 22 Karolina Muti (a cura di), *Le capacità missilistiche ipersoniche: stato dell'arte e implicazioni per l'Italia*
- 23 | 21e Ottavia Credi and Maria Vittoria Massarin, *Italy in Space: Collaborations and Future Prospects*
- 23 | 21 Ottavia Credi e Maria Vittoria Massarin, *L'Italia nello spazio: collaborazioni e prospettive future*
- 23 | 20 Afaf Zarkik, *Gas Crisis in Europe: A Harbinger of Sustainable Cooperation with North Africa*
- 23 | 19 Alessandro Marrone and Giancarlo La Rocca (eds), *Future Military Helicopters: Technological Innovation and Lessons Learned from Ukraine*
- 23 | 18 Miriam Zenobio, *Reframing EU-Tunisia Relations: Democracy, Governance, Migration*