



ȘTIINȚA ȘI RĂZBOIUL SCIENCE AND WARFARE

General de brigadă (r.) prof. univ. dr. Viorel BUȚA*
(Academy of Romanian Scientists, 3 Ilfov, 050044, Bucharest, Romania,
email: secretariat@aosr.ro)
Dr. Răzvan Nicolae MANOLIU**

Rezumat: Acest articol investighează relația bidirecțională dintre progresul științific și conflictul armat. Războiul direcționează, cinic sau nu, fluxuri existente în cercetarea științifică. Presiunea timpului, mobilizarea resurselor, toleranța sporită la eșec și cererea „inelastică” din partea actorilor militari scurtează semnificativ traseul de la idee la prototip și de la prototip la implementare la scară largă. În context civil, un asemenea ritm este neobișnuit, în schimb, în situații de criză, inclusiv război, societățile sunt dispuse să își asume riscuri suplimentare pentru a obține avantaje decisive.

Cuvinte cheie: știință, război, beneficii, eșec, responsabilitate.

Abstract: This article investigates the bidirectional relationship between scientific progress and armed conflict. War directs, cynically or not, existing flows in scientific research. Time pressure, resource mobilization, increased tolerance for failure, and “inelastic” demand from military actors significantly shorten the path from idea to prototype and from prototype to large-scale implementation. In a civilian context, such a pace is unusual, but in crisis situations, including war, societies are willing to take additional risks to gain decisive advantages.

Keywords: science, warfare, benefits, failure, responsibility.

„Știința și războiul sfârșitul lumii. Fața nevăzută a televiziunii”, continuare a volumelor „Efectele televiziunii asupra minții umane” și „Revrăjirea lumii”, ne oferă o explicație lămuritoare a stărilor de conștiință prin care trece omul contemporan. Radiografie fidelă a principalelor provocări care stau în fața omenirii astăzi, lucrarea ne dă posibilitatea găsirii acelor soluții personale care ne pot ajuta să ieșim din impas. Numai cunoscând fața nevăzută, ascunsă în spatele viziunilor seducatoare care ne asaltează zilnic, vom putea să ne recăpătăm adevărata libertate de a gândi și a ne gestiona singuri propria viață altfel decât suntem condiționați sau vor alții să o facem. Altfel vom rămâne prizonierii sistemelor impersonale și curentului unei fatalități care nu știm încotro ne va duce, un număr de cod în banca de date a centralei lumii globalizate care la un moment dat va fi șters

* Membru titular al Academiei Oamenilor de Știință din România, email: vbuta49@yahoo.com.

** Vista Bank România, email: razvanmanoliu@gmail.com.



pentru a fi înlocuit cu un altul. Un război pe care l-am pierdut fără a ști vreodată că am luat parte la el.”¹

În continuare vom aborda unele exemple privind impactul științei asupra mijloacelor de ducere a războiului, dar și invers. Acest studiu investighează relația bidirecțională dintre progresul științific și conflictul armat.

Nevoia de detectare a avioanelor și navelor a creat o presiune intensă pentru rezultate rapide. Acest lucru a atras finanțare, a construit laboratoare și a accelerat colaborările între universități și industrie, dar odată cu demilitarizarea parțială, tehnologia a migrat în aplicații precum radare meteo, aviație, cuptor cu microunde, iar efectele multiplicatoare includ noi piețe, locuri de muncă specializate și o cultură a inovației orientată spre soluții scalabile. S-a ajuns la realizări precum tratamentul infecțiilor și chirurgie modernă ce a condus la scăderea mortalității, viață mai lungă. Nevoia de comunicații reziliente și securizate a creat o presiune intensă pentru rezultate rapide.

Războiul poate grăbi inovația, dar nu garantează bunăstarea. Beneficiile apar atunci când societatea negociază lucid compromisurile și investește în guvernanță: standarde, instituții, responsabilitate. O politică publică matură cultivă transferul militar → civil pentru domeniile cu utilitate socială ridicată și trasează linii roșii acolo unde riscurile sunt inacceptabile. Lecția principală: știința este un instrument puternic; direcția în care o îndreptăm este o alegere politică, etică și culturală, nu un destin inevitabil.

Războiul rareori creează, accelerează și direcționează fluxuri existente de cercetare. Presiunea timpului, mobilizarea resurselor, toleranța sporită la eșec și cererea „inelastică” din partea actorilor militari scurtează semnificativ traseul de la idee la prototip și de la prototip la implementare la scară. În context civil, un asemenea ritm este neobișnuit: granturile sunt mai competitive, ciclurile de bugetare sunt mai lente, iar standardele de siguranță și etică implică consultări și perioade lungi de evaluare. În schimb, în situații de criză, inclusiv război, societățile sunt dispuse să își asume riscuri suplimentare pentru a obține avantaje decisive. În mod simultan, tehnologiile dezvoltate în programe militare se revarsă în economie și viața de zi cu zi. Navigația satelitară, Internetul, materialele compozite ușoare, imagistica medicală sau telemedicina au străbătut drumul de la nevoi militare specifice la aplicații comerciale în masă. Acest transfer nu este automat. El necesită: 1) standardizare și interoperabilitate, 2) reducerea costurilor prin economii de scară, 3) adaptare la reglementări civile, 4) antreprenoriat și investiții private dispuse să transforme un prototip într-un produs. Atunci când aceste condiții sunt îndeplinite, câștigurile sociale pot fi uriașe: productivitate, siguranță, acces la servicii, conectivitate globală, noi sectoare economice.

¹ Virgiliu Gheorghe, „Știința și războiul sfârșitul lumii. Fața nevăzută a televiziunii”, Editura Prodomos, București, 2016.



Pe de altă parte, aceleași dinamici care accelerează progresul pot genera și costuri majore. Tehnologiile concepute pentru superioritate militară – dronizare, muniții autonome, supraveghere invazivă, instrumente cibernetice – pot eroda libertăți civile, pot produce victime colaterale, pot militariza spațiile sociale și informaționale și pot crea dependențe tehnologice greu de inversat. În cazuri extreme, anumite linii de cercetare ridică riscuri sistemice: proliferarea nucleară, accidente sau abuzuri în biotehnologii, pierderea controlului asupra sistemelor autonome. Astfel, ipoteza centrală a studiului nostru este condiționată: investițiile și constrângerile din perioadele de conflict catalizează salturi tehnologice cu impact civil substanțial, însă beneficiile nete apar numai dacă guvernanta – etica, dreptul, standardele, transparența – reușesc să țină pasul cu viteza inovației.

Studiile „Știință-Tehnologie-Societate” (STS) descriu cum cunoașterea este produsă în ecosisteme: laboratoare, universități, industrie, agenții guvernamentale și utilizatori. Războiul rearanjează acest ecosistem: mută centre de greutate, crește bugete, schimbă priorități, și reduce barierele birocratice. În această dinamică, nu numai rezultatele se schimbă, ci și modul în care definim succesul științific: dincolo de adevăr și eleganță teoretică, „utilitatea strategică” devine o metrică dominantă.

Când beneficiarul militar principal nu poate accepta eșecul strategic, tolerează mai mult eșecul experimental. Astfel, timpul de la TRL (Technology Readiness Level) 3–4 la TRL 7–9 se comprimă. Achizițiile militare creează comenzi-ancoră pentru lanțuri de aprovizionare, producând scăderi rapide de cost și standarde tehnice ce facilitează difuzarea civilă.

Teoria Războiului Just oferă criterii pentru legitimitatea intrării în război (*jus ad bellum*) și conduita în război (*jus in bello*). „Responsible Research and Innovation” (RRI) propune anticiparea efectelor și co-proiectare cu actorii societali. Integrarea lor în programele cu impact militar previne „externalizarea” morală a deciziilor tehnice.

În antichitate metalurgia, fortificațiile, mașinile de asediu, navigația cu vele și cartografia au fost instrumente militare care au deschis totodată rute comerciale, colonizări, schimburi culturale și avans tehnic civil. Tehnicile de turnare a fierului, dezvoltate pentru arme, au hrănit agricultura (unelte mai bune), construcțiile și transportul.

Ulterior industrializarea totală a conflictului a creat alianțe între universități, industrie și stat. Apar radarul, criptanaliza la scară, producția de antibiotice, motoarele cu reacție, standardizarea industrială; în paralel, se văd și efectele negative: arme chimice, bombardamente strategice, victime civile masive.

În perioada Războiului Rece competiția strategică a condus la producția de rachete, sateliți, programe spațiale, informatică timpurie, rețele de comunicații. Din această perioadă derivă GPS (navigație civilă), Internetul (comunicații globale), materiale avansate și electronică miniaturizată.



După 1990 au avut loc conflicte asimetrice, s-au extins miniaturizarea, precizia, rețelizarea, operațiunile speciale, războiul electronic și cibernetic care modelează peisajul actual. Dronele comerciale și sateliții low-cost scurtează timpul de la idee la aplicație civilă.

Contextul militar arată unele cerințe pe care le prezentăm mai jos, dar și impactul acestora. Astfel, nevoia de detectare a avioanelor și navelor, necesitatea reducerii infecțiilor la răniți au creat o activitate specifică pentru rezultate rapide. Nevoia de comunicații reziliente și securizate, de navigație și sincronizare militară, de rachete strategice, de detecție subacvatică/aeriană, de avioane mai ușoare/rezistente, de asistență la distanță pentru front, de apărare a infrastructurilor militare a creat o presiune intensă pentru rezultate rapide. Acest lucru a atras finanțare, a construit laboratoare și a accelerat colaborările între centre de cercetare și industrie.

Din punct de vedere etnic, cercetarea pe frecvențe, realizarea antenelor, standardele rezultate au permis interoperabilitate și scădere de costuri în producție. Fermentație industrială, lanțuri farmaceutice au fost maturizate sub constrângeri reale. Propulsia, controlul termic s-au dezvoltat sub constrângeri reale de teren. Sateliții, ceasurile atomice au fost maturizate sub constrângeri reale.

Constatăm un intens transfer civil odată cu demilitarizarea parțială, tehnologia a migrat în aplicații precum radare meteo, aviație, cuptor cu microunde, în aplicații precum tratamentul infecțiilor, chirurgie modernă în aplicații precum rețea globală de informație. în aplicații precum localizare, logistică, agricultură de precizie. în aplicații precum observație a Pământului, meteo, materiale în aplicații precum ecografie, Doppler, în aplicații precum protejarea băncilor, rețelelor, spitalelor, în aplicații precum auto, sport, energie eoliană, în aplicații precum consultații online, ambulanțe conectate, proteze personalizate. Antreprenorii și politicile publice au facilitat adaptarea la reglementările civile.

Rezultatele cercetării științifice făcute pentru aplicarea într-un eventual război au avut impact și beneficii pentru mediul civil: siguranță aeriană, agricultură, confort casnic, scădere de mortalitate, viață mai lungă, educație, economie digitală, transport eficient, servicii on-demand, gestionarea dezastrelor, climă, diagnostic neinvaziv, sănătate maternă, eficiență energetică, durabilitate, acces medical, răspuns rapid, reziliență economică și socială. Pe termen lung, efectele multiplicatoare includ noi piețe, locuri de muncă specializate și o cultură a inovației orientată spre soluții scalabile.

Progresele științifice în domeniul chimiei au avut de asemenea, un dublu efect atât în sfera civilă, dar și militară. Astfel, profilul daunelor produse de arma chimică: arsuri, sufocare, impact intergenerațional care se amplifică în proximitatea civililor și în absența procedurilor stricte de protecție. costurile medicale și psihosociale sunt substanțiale, există persistență și externalități în urma folosirii armei chimice și contaminare de sol/apă care chiar și după încetarea conflictului, riscurile rămân în mediu, în economii locale și în mecanismele de guvernare. Desigur că vorbim de



dimensiune etică: încălcarea principiilor umanitare. Dilemele includ proporționalitatea, discriminarea, responsabilitatea actorilor și protejarea celor mai vulnerabili. Măsuri de atenuare a efectelor armei chimice: distrugerea stocurilor și verificare corectă. Implementarea reală a măsurilor cere resurse, voință politică, verificare independentă și implicarea comunităților afectate.

Tot ca urmare a progreselor științifice a apărut și arma biologică care, prin utilizare, poate provoca epidemii, panică socială, stigmatizare; acestea se manifestă și în rândul civililor în absența procedurilor stricte de protecție. Și după încetarea conflictului, efectele rămân în mediu în general. Măsurile de atenuare a efectelor armei biologice: biosecuritate, supraveghere presupun implementarea reală, cer resurse, voință politică, verificare independentă și implicarea comunităților militare și civile.

Descoperirea energiei atomice a adus omenirii mari avantaje, dar a permis fabricarea armei atomice cu putere imensă de distrugere. Folosirea celor două bombe atomice la sfârșitul celui de-Al Doilea Război Mondial a arătat efecte de neimaginat, deși se știe că acestea au avut o putere mică față de cele existente astăzi. Profilul daunelor acestora - distrugere masivă, radiații, efecte pe generații, proximitatea în absența procedurilor stricte de protecție. Persistența efectelor este de lungă durată și foarte dăunătoare. Și în cazul armei nucleare vorbim de dimensiunea etică. Savanții care au contribuit la obținerea armei nucleare s-au simțit vinovați pentru cercetările științifice din domeniul respectiv.

Și alte realizări în domeniul științei și tehnicii au avut sau pot avea un impact major în desfășurarea unui conflict. Pot fi avute în vedere minele antitanc sau antipersonal, dronele, cyber arme, arme incendiare, laseri și multe altele.

În analiza relației știință-război, din punct de vedere metodologic, ne referim la un design mixt (cantitativ + calitativ). Cantitativ: serii de timp ale cheltuielilor R&D militar/civil; adopția tehnologiilor; scăderea mortalității pentru patologii asociate (ex. infecții bacteriene după introducerea antibioticelor); productivitate sectorială; patentometrie/bibliometrie pentru a măsura fluxurile de cunoaștere. Calitativ: analiză documentară (arhive, rapoarte de politici, standarde), interviuri semi-structurate cu experți (cercetători, ingineri, medici, militari, eticieni), studii de caz comparative între valuri tehnologice. Analizele comparative pot urmări: 1) timpul de maturizare tehnică, 2) canalele de transfer (spin-off, licențiere, standardizare), 3) costurile și beneficiile pe termen scurt/mediu/lung, 4) riscurile sistemice și reziliența instituțională.

Referitor la armele la care am făcut referire există un cadru normativ instituțional. Astfel, ansamblul juridic internațional include: Convențiile de la Geneva (dreptul umanitar), CWC (arme chimice), BWC (arme biologice), NPT (neproliferare nucleară), CCW (arme convenționale) și Tratatul Comerțului cu Arme. Regimurile de control la export (Wassenaar, MTCR) și regulamentele privind bunurile cu dublă utilizare (UE) completează acest cadru. La nivel național, legile de achiziții, standardele tehnice și



comitetele de etică definesc modul în care tehnologiile sunt dezvoltate, testate și transferate în civil.

Reputatul om de știință american Neil deGrasse Tyson și coautoarea Avis Lang descriu pe larg felul în care metodele și instrumentele astrofizicii au fost utilizate în slujba războiului de-a lungul anilor. Extrem de provocator și bine documentat, volumul studiază această simbioză de la primele încercări de navigație celestă și până la tehnicile de recunoaștere militară prin satelit din prezent, dezvăluind legătura strânsă dintre știință, tehnologie, industrie și puterea politică. Milioanele de fani ai lui Tyson au ocazia să descopere încă o fațetă a modului în care universul ne modelează viața si lumea.²

Impacte transversale

1. Sănătate

R&D militar a accelerat medicina de urgență, protocoalele de triere, imaginea medicală, protezele și telemedicina. În oglindă, conflictele colapsează sisteme sanitare locale, produc traume și migrații, cresc riscurile epidemiologice și poluează mediile cu metale grele și explozibili. Politicile trebuie să maximizeze

2. Economie

Cheltuielile militare pot stimula sectoare întregi (aerian, electronice, software), dar pot deturna resurse de la educație și sănătate. Spillover-urile pozitive există, dar costul de oportunitate și dependențele tehnologice trebuie evaluate onest.

3. Social

Tehnologiile de securitate pot proteja spațiul public, însă fără garanții legale și audit extern pot eroda intimitatea, libertatea de exprimare și încrederea în instituții. Balanța securitate-libertate necesită dezbateri transparente și mecanisme de contestare.

4. Mediu

Războaiele lasă urme adânci: zone contaminate, incendii, amprentă de carbon ridicată, efecte asupra biodiversității. Planurile post-conflict trebuie să includă dezamorsarea UXO (bombe neexplodate), refacerea ecologică și monitorizarea pe termen lung.

Concluzii

Războiul poate grăbi inovația, dar nu garantează bunăstarea. Beneficiile apar atunci când societatea negociază lucid compromisurile și investește în guvernanță: standarde, instituții, responsabilitate. O politică publică matură cultivă transferul militar → civil pentru domeniile cu utilitate socială ridicată și trasează linii roșii acolo unde riscurile sunt

² Neil deGrasse Tyson, Avis Lang, „În slujba războiului. Alianța secretă dintre astrofizică și armată”, Editura Trei, 2020.



inacceptabile. Lecția principală este că știința este un instrument puternic; direcția în care o îndreptăm este o alegere politică, etică și culturală, nu un destin inevitabil.



BIBLIOGRAFIE

- GHEORGHE V., „Știința și războiul sfârșitul lumii. Fața nevăzută a televiziunii”, Editura Prodromos, București, 2016;
TYSON N.G., LANG A., „În slujba războiului. Alianța secretă dintre astrofizică și armată”, Editura Trei, 2020.

