

Matematica e guerra

Conferenza, Palermo, 15 maggio 2003

Jens Høyrup, Università di Roskilde, Danimarca*

<jensh@ruc.dk>

Due preliminari

A

Tutto il mio lavoro sul soggetto è stato fatto in collaborazione con Bernhelm Booß-Bavnbek, matematico con ottime conoscenze sulla matematica odierna:

- Dapprima negli anni 80, per il libro *Von Mathematik und Krieg. Über die Bedeutung von Rüstung und militärischen Anforderungen für die Geschichte der Mathematik in Geschichte und Gegenwart*.¹
- successivamente per la cura degli atti del convegno «Mathematics and War – The Impact of Mathematical Thinking and the Application of Mathematical Methods – Co-development of Mathematics and the Means of War», Karlskrona (Sweden), August 29–31, 2002 (presenti 42 matematici, storici della matematica, filosofi, storici militari, analisti militari).²

Il senso della collaborazione va dunque inteso alla luce di questa barzelletta:

«Io e mio fratello sappiamo tutto»
«Allora, dimmi, quanto è distante la luna?»
«Per questo, bisogna chiedere a mio fratello»

B

Citazioni dal manifesto per la costruzione di un'egemonia permanente dell'America, prodotto dall'ambiente di Cheney, Perle, Rumsfeld, Wolfowitz, ecc.: *REBUILDING AMERICA'S DEFENSES. Strategy, Forces and Resources For a New Century*. A Report of The Project for the New American Century. September 2000.³ I sottolineati, spaziati e corsivi (a parte le parole *transition* e *transformation* alla pagina 59) sono aggiunti; i grassi appartengono all'originale.

* Ringrazio Pietro Nastasi e Rossana Tazzioli per le correzioni di lingua nelle vari fasi dello sviluppo del testo.

¹ Traduzione inglese aggiornata in Jens Høyrup, *In Measure, Number, and Weight. Studies in Mathematics and Culture*. New York: State University of New York Press, 1994

² Bernhelm Booß-Bavnbek & Jens Høyrup (eds), *Mathematics and War*. Basel & Boston: Birkhäuser, in corso di pubblicazione (2003). Vedere anche Bernhelm Booß-Bavnbek & Jens Høyrup, “Mathematics and War”. *European Mathematical Society. Newsletter*, Issue 46 (December 2002), 20–22.

³ Il testo completo forse si trova ancora a:

<http://www.newamericancentury.org/RebuildingAmericasDefenses.pdf>.

Se è stato tolto da questo sito perché ha provocato troppa attenzione e troppi paragoni con *Mein Kampf*, probabilmente ad altri indirizzi. Per esempio,

<http://www.informationclearinghouse.info/pdf/RebuildingAmericasDefenses.pdf>.

Vedere anche l'analisi in

<http://informationclearinghouse.literati.org/article3249.htm>.

Pp. 12f

[...] effective ballistic missile defenses will be the central element in the exercise of American power and the projection of U.S. military forces abroad. Without it, weak states operating small arsenals of crude ballistic missiles, armed with basic nuclear warheads or other weapons of mass destruction, will be in a strong position to deter the United States from using conventional force, no matter the technological or other advantages we may enjoy. Even if such enemies are merely able to threaten American allies rather than the United States homeland itself, America's ability to project power will be deeply compromised.

[...] the first task in transforming U.S. military to meet the technological and strategic realities of a new century is to create such a system.

Creating a system of global missile defenses is but the first task of transformation; the need to reshape U.S. conventional forces is almost as pressing.

For, although American armed forces possess capabilities and enjoy advantages that far surpass those of even our richest and closest allies, let alone our declared and potential enemies, the combination of technological and strategic change that marks the new century places these advantages at risk. Today's U.S. conventional forces are masters of a mature paradigm of warfare, marked by the dominance of armored vehicles, aircraft carriers and, especially, manned tactical aircraft, that is beginning to be overtaken by a new paradigm, marked by *long-range precision strikes and the proliferation of missile technologies*.

[...] If the United States is to retain the technological and tactical advantages it now enjoys in large-scale conventional conflicts, the effort at transformation must be considered as pressing a mission as preparing for today's potential theater wars or constabulary missions – indeed, it must receive a significant, separate allocation of forces and budgetary resources over the next two decades.

[...].

Inevitably, new technologies may create the need for entirely new military organizations; this report will argue below that the *emergence of space as a key theater of war* suggests forcefully that, in time, it may be wise to create a separate “space service.” [...]

Thus, it can be foreseen that the process of transformation will in fact be a two-stage process: first of transition, then of more thoroughgoing transformation. The breakpoint will come *when a preponderance of new weapons systems begins to enter service, perhaps when, for example, unmanned aerial vehicles begin to be as numerous as manned aircraft*.

P. 30:

The past decade has been the best of times and worst of times for the U.S. Air Force. From the Gulf War to Operation Allied Force over Kosovo, the increasing sophistication of American air power – with its *stealth aircraft; precision-guided munitions; all-weather and all-hours capabilities*; and the professionalism of pilots, planners and support crews – has allowed the Air Force to boast legitimately of its “global reach, global power.” On short notice, Air Force aircraft can *attack virtually any target on earth with great accuracy and virtual impunity*. American air power has become a metaphor for as well as the literal manifestation of American military preeminence.

[...] today's Air Force is increasingly shaped to continue monotonous no-fly-zone operations, conduct periodic punitive strikes, or to execute measured, low-risk, no-fault air campaigns like Allied Force.

P. 31:

Although air power remains the most flexible and responsive element of U.S. military power, the Air Force needs to be restructured, repositioned, revitalized and enlarged to assure continued “global reach, global power.” In particular, the Air Force should:

- **Be redeployed to reflect the shifts in international politics. Independent, expeditionary air wings containing a broad mix of aircraft, *including electronic warfare, airborne command and control, and other support aircraft*, should be based in Italy, Southeastern Europe, central and perhaps eastern Turkey, the Persian Gulf, and Southeast Asia.**
- **Realign the remaining Air Force units in Europe, Asia and the United States to optimize their capabilities to conduct multiple large-scale air campaigns.**
- **Make selected investments in current generations of combat and support aircraft to *sustain the F-15 and F-16 fleets for longer service life, purchase additional sets of avionics for specialmission fighters, increase planned fleets of AWACS, JSTARS and other electronic support planes, and expand stocks of precision-guided munitions.***
- **Develop plans to *increase electronic warfare support fleets, such as by creating “Wild Weasel” and jammer aircraft based upon the F-15E airframe.***

Pp. 59f

[...] it will be necessary to undertake a two-stage process of *transition* – whereby today's “legacy” forces are modified and selectively modernized with new systems readily available – and true *transformation* – when the results of vigorous experimentation introduce radically new weapons, concepts of operation, and organization to the armed services.

This two-stage process is likely to take several decades. Yet, although the precise shape and direction of the transformation of U.S. armed forces remains a matter for rigorous experimentation and analysis (and will be discussed in more detail below in the section on the armed services), it is possible to foresee the general characteristics of the current revolution in military affairs.

Broadly speaking, these cover several principal areas of capabilities:

- ***Improved situational awareness and sharing of information,***
- ***Range and endurance of platforms and weapons,***
- ***Precision and miniaturization,***
- ***Speed and stealth,***
- ***Automation and simulation.***

These characteristics will be combined in various ways to produce new military capabilities. *New classes of sensors – commercial and military; on land, on and under sea, in the air and in space – will be linked together in dense networks that can be rapidly configured and reconfigured to provide future commanders with an unprecedented understanding of the battlefield. Communications networks will be equally if not more ubiquitous and dense, capable of carrying vast amounts of information securely to provide widely dispersed and diverse units with a common picture of the battlefield.* Conversely, *stealth techniques* will be applied more broadly, creating “hider-finder” games of cat-and-mouse between sophisticated military forces. The proliferation of *ballistic and cruise missiles and long-range unmanned aerial vehicles (UAVs)* will make it much easier to project military power around the globe.

Munitions themselves will become increasingly accurate, while new methods of attack – electronic, “nonlethal,” biological – will be more widely available. Low-cost, long-endurance UAVs, and even unattended “missiles in a box” will allow not only for long-range power projection but for sustained

power projection.

Simulation technologies will vastly improve military training and mission planning.

Although it may take several decades for the process of transformation to unfold, in time, the art of warfare on air, land, and sea will be vastly different than it is today, and “combat” likely will take place in new dimensions: *in space*, “*cyber-space*,” and perhaps the world of microbes. Air warfare may no longer be fought by pilots manning tactical fighter aircraft sweeping the skies of opposing fighters, but a *regime dominated by long-range, stealthy unmanned craft*. On land, the clash of massive, combined-arms armored forces may be *replaced by the dashes of much lighter, stealthier and information-intensive forces, augmented by fleets of robots, some small enough to fit in soldiers' pockets*. Control of the sea could be largely determined not by fleets of surface combatants and aircraft carriers, but from land- and space-based systems, forcing navies to maneuver and fight underwater.

Space itself will become a theater of war, as nations gain *access to space capabilities and come to rely on them*; further, the distinction between military and commercial space systems – combatants and noncombatants – will become blurred. *Information systems* will become an important focus of attack, particularly for U.S. enemies seeking to short-circuit sophisticated American forces.

And advanced forms of biological warfare that can “target” specific genotypes may transform biological warfare from the realm of terror to a politically useful tool.

This is merely a glimpse of the possibilities inherent in the process of transformation, not a precise prediction.

Questa dottrina è stata alla base della guerra appena (o forse non ancora) finita. Poiché tutti i passi in corsivo hanno a che fare con nuovi usi della matematica – come lo hanno anche, se meno direttamente, quelli spaziali, legati alla genetica e alla possibilità di usarla per guerra batteriologica – non sembra possibile pretendere che la guerra sia tanto più importante della matematica. Lasciare fuori la matematica da un discorso sulla guerra, vuol dire non capire il carattere attuale di essa.

Ma capire il nuovo vuol dire capire la differenza col passato. Perciò sarà utile analizzare le varie tappe storiche per strutture paradigmatiche.

I. Antichità pre-classica

Sia nella cultura babilonese che in quella egizia troviamo già il calcolo logistico: di quanto cibo avranno bisogno tanti soldati in tanto tempo, ecc. Esso non differisce da altri calcoli amministrativi, non rappresenta né una matematica differente da quella pre-esistente, né una più raffinata.

Lo stesso vale per il calcolo per le costruzioni militari – fortificazioni ecc. *Pertanto matematica-guerra non è un tema interessante nelle culture pre-classiche.*

A questa regola c'è *una sola eccezione importante*: Intorno al 2075 a. C., il re sumero Šulgi promulgava una riforma militare, decretando (così sembra) uno stato di emergenza, e l'anno dopo una conseguente riforma amministrativa. La stragrande parte della popolazione lavorativa veniva inserita in truppe di lavoro, sotto il controllo di scribi-capisquadra, responsabili del lavoro del gruppo calcolato in unità di 12 minuti secondo norme fisse (tanti cubi di terra scavati o portati a una certa distanza in un giorno, tanti mattoni prodotti in un giorno, ecc., da un lavoratore, da una lavoratrice, da un bambino). Per questo c'era bisogno di un numero immenso di moltiplicazioni e divisioni, e per questo fu implementato il sistema di numerazione di posizione – già «nell'aria» da

secoli ma non funzionale senza la presenza di tabelle di moltiplicazione e di conversione metrologica e senza che il loro uso fosse stato impiegato nella scuola. *Solo lo sforzo sociale per la guerra* ha reso possibile (in un processo quasi istantaneo) l'introduzione di questo sistema ancora attuale. Ma non c'è niente di specificamente militare nell'invenzione stessa.

II. Antichità classica

Poiché il ceto degli «scribi» era culturalmente muto, non abbiamo evidenza diretta dell'uso della matematica nella logistica e nelle costruzioni di fortificazioni, ma possiamo essere sicuri che tale uso esistesse con le stesse caratteristiche.

Nuovo è invece un fenomeno dell'ellenismo, legato ad Alessandria e simboleggiato dai nomi di Archimede e Erone: l'integrazione della matematica teorica (anche se soltanto del livello basso di essa) con le tradizioni di pratica geometrica e meccanica e con la sperimentazione sistematica nella costruzione di macchine di guerra, nuove o più efficaci di quelle esistenti. Possiamo parlare di un *sapere di ingegneria creativa*. Come nel caso del sistema di posizione, sembra che questa integrazione si realizzasse prevalentemente lì dove l'urgenza militare si imponeva.

III. Medioevo bizantino e latino

Nella guerra feudale c'era spesso meno calcolo logistico che nella guerra di fanteria ampia e «fortificata» dell'antichità – di solito era possibile nutrirsi «dal territorio». Sia bizantini che latini usavano il sapere degli ingegneri antichi, ma senza un'integrazione attiva con il sapere teorico-matematico. Possiamo parlare di un *sapere di ingegneria di tradizione*, di un sapere integrato ritornato alla pratica pura.

IV. Medioevo arabo

Poiché il sapere pratico era meno isolato dal sapere teorico che nell'antichità greca (primo ellenismo a parte) e che nel medioevo latino, la situazione probabilmente non era molto distinta da quella d'Alessandria.

Una cosa è da notare, anche se non riguarda direttamente il nostro tema: i navigatori sull'Oceano Indiano hanno prodotto verso il 1500 un'integrazione raffinata tra sapere geografico e astronomico-teorico e pratica marittima; ma questa integrazione (un caso di ingegneria creativa) *non* era legata alla guerra ma al commercio.

V. Il Rinascimento

Tre cose sono importanti:

- Nell'artiglieria, l'introduzione di tabelle empiriche – una tecnica usata prima nelle matematiche pratiche e nell'astronomia, e più tardi (Tartaglia ecc.) nei modelli semi-teorici (o finto-teorici).
- Il calcolo matematico delle nuove fortificazioni più adatte a resistere all'artiglieria, a partire dall'ultimo Quattrocento.
- La continuazione dell'integrazione araba tra navigazione e matematica (forse vera continuazione, forse sviluppo parallelo – probabilmente una combinazione), ma ora come sapere legato all'espansione militare; quelli che hanno fatto lo sforzo più sistematico sono stati i Portoghesi, sebbene non abbiano progredito di molto – forse perché un sapere visto come segreto militare non può integrarsi facilmente con il sapere dei non-iniziati (i

matematici oggi detti «embedded» non sono sempre i più dotati). Solo Pedro Nunez (che pubblicava e corrispondeva con Mercator e Dee) ha fatto scoperte notevoli.

VI. Sei- e Settecento

Ciò che era cominciato nel Cinquecento si sviluppa pienamente nei due secoli successivi, ma con due cambiamenti.

La nuova scienza viene applicata alla balistica e alla navigazione. In entrambi i casi, però, ciò che veniva applicato era già stato sviluppato per altri scopi:

- La teoria di Galileo sul «moto locale» si inseriva nella discussione di filosofia naturale; Galileo spiega nei *Discorsi* che la resistenza dell'aria è troppo importante per permettere l'applicazione pratica della sua nuova teoria nella balistica.
- L'invenzione dei logaritmi (tanto da parte di Bürgi quanto di Napier) era ispirata dal tedio di calcolare le tabelle trigonometriche per uso astronomico.

L'importanza della matematica per gli ufficiali di marina militare e di artiglieria richiedeva un'educazione matematica specifica; così, nel Settecento, il gruppo più importante che vantasse un sapere matematico almeno di base era quello degli ufficiali militari.

VII. Verso il mondo moderno, 1789–1914

L'Ottocento si considerava il «secolo della grande industria» e nei suoi ultimi decenni anche il «secolo dell'imperialismo»; dal punto di vista della storia della tecnologia, come si scrive oggi, è anche il secolo «dell'ingegnere moderno». L'Ottocento deve dunque essere essenziale per nostro argomento – o così sembra.

«L'ingegnere moderno» è quello educato per usare nella pratica la scienza del suo tempo; questa figura nasce con l'École Polytechnique, che dalla sua creazione nel 1794 fino al 1830 fu una scuola quasi esclusivamente matematica, e dal 1804 ad oggi una scuola legata all'istituzione militare.

In realtà, la scuola contribuisce molto alla creazione della fisica matematica e agli approcci nuovi ai problemi di costruzione (e di idrodinamica, ecc.). Ma nell'area militare non produce innovazioni fondamentali. Una sorta di ingegneria che contribuisce molto di più a cambiare la guerra è la pianificazione di stato-maggiore; ma questa è un'ingegneria non matematizzata (a parte la logistica di sempre, promossa al rango di «scienza» proprio nell'Ottocento).

Di notevole importanza per il futuro sono i primi passi della «rivoluzione scientifico-tecnologica»: la creazione del sapere teorico in un contesto che permette il suo uso diretto per scopi tecnici pre-definiti.

Il prototipo di questa rivoluzione è il laboratorio di Justus Liebig di Giessen, negli anni 40 il punto focale per lo sviluppo dell'agro-chimica e della chimica organica dei coloranti. Più matematizzata era l'elettrotecnica di Helmholtz, Siemens ed altri, più militare era la metallurgia di Krupp.

All'Ottocento appartiene anche la prima guerra in cui sono state usate armi *create per e durante la guerra*, cioè la Guerra Civile americana. Così il concetto di strategia (la *preparazione* dei mezzi che sono a disposizione della tattica) acquista un nuovo valore e una nuova importanza. Ma la nuova tecnica militare di questa guerra è senza matematica, senza la scienza avanzata dell'epoca (non ancora ammaestrata dagli inventori americani).

Inoltre, la Guerra Civile americana costituì un fatto isolato: le altre guerre simmetriche dell'Ottocento duravano troppo poco per permettere la creazione di tecnologie non già esistenti

prima della guerra, in quelle asimmetriche (coloniali) non vi era né il bisogno né l'occasione. Lo sviluppo della tecnologia militare non si faceva infatti sotto la pressione di guerre già in corso.

Riassumendo: nel Novecento nascono molti elementi che più tardi, interagendo tra loro, vanno a dare un nuovo carattere al complesso matematica-guerra; ma per il momento restano isolati tra loro. Il ruolo della matematica nella guerra era ancora quello di sempre: ciò che serviva era la matematica già esistente, una matematica elementare se paragonata alla ricerca recente dell'epoca; la matematica come impresa generale, nella misura in cui era legata alla pratica sociale, era legata *all'insieme di essa*, non particolarmente alla guerra.

VIII. Prova generale, 1914–1939

L'interazione fra gli elementi finora isolati tra loro avvenne nella Grande Guerra.

Tante nuove armi venivano create o perfezionate durante la guerra – aerei, sottomarini, il sonar per combattere questi, armi chimiche. Dopo qualche esitazione da parte degli apparati militari, tanti scienziati venivano impiegati nel tentativo di fornire uno sviluppo militare, anche se non per fare scienza ma come ingegneri creativi di più alto livello.

I matematici lavoravano nei campi dell'idrodinamica e nello sviluppo del sonar, e lo facevano con tanto successo che Émile Picard, anche se decisamente sciovinista, aveva paura dopo la guerra (paura espressa nel discorso inaugurale del Congresso dei Matematici a Strasburgo nel 1920) che la giovane generazione di matematici scegliesse soltanto la matematica applicata.

In realtà, questo non accadde; già nel congresso di Toronto nel 1924 appariva ovvio che la matematica teorica e quella applicata dovevano intendersi come alleati. Nei fatti, la teoria signoreggiava l'alleanza, poiché tutto l'apparato della scienza sistematicamente applicata veniva smantellato dopo la guerra.

Possiamo nondimeno elencare delle interazioni fra matematica e sviluppo militare negli anni Venti e Trenta:

- Certi matematici lavoravano nell'idrodinamica applicata all'aviazione.
- A partire dal 1929, la Polonia avviava un programma di decodificazione dove lavoravano matematici (negli altri paesi si credeva ancora che i filologi fossero più adatti a tali compiti).
- Negli anni Trenta, la Germania e l'Unione Sovietica riprendevano l'uso sistematico di scienziati come ingegneri di alto livello. In Germania lavoravano direttamente allo sviluppo militare; nell'Unione Sovietica la scienza veniva vista dapprima come forza produttiva generale, ma gli insuccessi degli aerei sovietici nella Guerra di Spagna causò un riesame della strategia (troppo tardiva per avere ottenuto risultati nel 1941). È emblematica questa piccola storia: nel 1935, il matematico tedesco Adolf Busemann spiegava nel Quinto Convegno Volta a Roma l'utilità di un'ala retroflessa («swept wing») nel volo supersonico, senza che nessuno da parte dei futuri alleati se ne fosse accorto; l'anno dopo, il risultato di Busemann fu dichiarato segreto militare dai Nazisti e riscoperto (nei lavori di Busemann) dagli Alleati soltanto dopo il 1945.
- Tutte le Grandi Potenze lavoravano negli ultimi anni Trenta sullo sviluppo del radar – che si considerava un lavoro per ingegneri, ma che era in realtà una applicazione della matematica.

IX. Una guerra troppo terribile per essere «Grande», 1939–1945

Anche nella Seconda Guerra mondiale molti scienziati erano ancora impiegati come ingegneri di alto livello, fra di loro anche non pochi matematici.

Altri matematici, ancora più numerosi, avevano oneri più tradizionali e umili: insegnare la matematica di base ai navigatori marini e aerei. Per questi è illuminante ciò che scriveva Marston Morse nel 1943 in un articolo su «Mathematics and the Maximum Scientific Effort in Total War»:⁴

La «machine nature of modern warfare» non solo «places engineering skill at a premium»; chiede anche, essendo «a war of invention», «a new and more mathematical use of machines».

Ancora, «the problem of navigating a plane among the islands of the Pacific is very difficult. It is possible to loose as many men by faulty navigation as through enemy fire. It is clear that we must have tens of thousands of navigators. Are our students ready for this task?»

C'era dunque bisogno di giovani capaci di «swift, accurate mathematical computation» e «solution of problems of elementary algebra, plane geometry and plane trigonometry», a conoscenza di «fundamental mechanical physics» e in possesso di «good health and hard physical condition».

Ma in questa guerra, non pochi progetti erano così nuovi da richiedere una vera ricerca; di questo tipo di lavoro matematico (di cui era coordinatore!) Morse non poteva parlare nel 1943.

- Più famoso di tutti è il «Manhattan Project», il progetto che aveva messo a punto la bomba atomica.
- Globalmente, si parla spesso ma in modo generico della creazione dei computer, da parte americana, inglese e tedesca.

Fra i matematici sono ben conosciuti:

- La creazione di nuovi strumenti di statistica matematica, per esempio l'analisi di sequenza;
- il lavoro di Turing sulla decodificazione (ci sono paralleli meno conosciuti e meno riusciti in altri paesi);
- la creazione dell'analisi operativa.

Per ciò che riguarda il ruolo della matematica in questi progetti, è una regola quasi senza eccezioni che si usavano idee «già nell'aria» o teorie già esistenti; in molti casi (per esempio, per i computer), funzionavano già prima della guerra prototipi che corrispondevano alle tecnologie realizzate durante la guerra. Ci troviamo dunque di fronte a una ripetizione della creazione sumerica del sistema di posizione: le idee erano lì, ma soltanto la guerra ha messo a disposizione risorse abbastanza grandi per svilupparle o sfruttarle e per mettere in opera le tecnologie che ne conseguivano.

Spesso, quelli che misero in opera queste idee già nell'aria hanno concepito durante la guerra altre idee che andavano oltre ciò che poteva realizzarsi durante la guerra – per esempio, il computer a programma memorizzato. Le risorse quasi illimitate furono a disposizione soltanto a condizione che i risultati avessero la possibilità di diventare utili alla guerra: «meglio una risposta utile adesso che quella ottimale due anni dopo la vittoria (nostra, o del nemico)»; così, nel 1940, «a guerra già praticamente vinta», i tedeschi interruppero lo sviluppo del radar.

Nel 1944, troppo tardi per diventare efficiente durante la Seconda Guerra, fu creato in Germania il «Matematisches Forschungsinstitut Oberwolfach». Ai matematici tedeschi non piace

⁴ *Scientific Monthly* **56** (1943), 50–55.

tanto saperlo, ma esso era una struttura molto ben pensata, che mirava a fare di tutta l'impresa matematica tedesca un'impresa «utile»:

Il nucleo era costituito da un piccolo gruppo di matematici che fossero ben a conoscenza dei problemi che si presentavano ai militari, e dunque in grado di localizzare problemi matematicamente risolvibili.

Intorno al nucleo, altri matematici, ancora competenti e che conoscevano bene tutto l'ambiente matematico, dovevano tradurre questi problemi in problemi matematici e distribuirli in questa forma a matematici adatti (che non avevano bisogno di capire il problema militare che stava alla base, forse neanche di conoscerlo). Dopo, a risultato ottenuto, la stessa catena doveva funzionare all'incontrario.

Negli Stati Uniti, una struttura simile, anche se un po' improvvisata, funzionava già intorno a Marston Morse durante la guerra. Nel dopoguerra, una struttura non improvvisata e del tutto analoga si trova nel «Wisconsin Army Mathematics Research Center» (ufficialmente «Mathematics Research Center – United States Army of the University of Wisconsin»).

Il vantaggio della struttura è che permette alla macchina militare di sfruttare le competenze di molti matematici senza avere bisogno di «portarseli a letto», con tutto ciò che questo comporta – contratto, necessità di consenso e subordinazione, ecc.

X. I primi decenni del dopoguerra

Poiché la guerra fredda era già in corso prima dell'agosto 1945, e con questa la corsa agli armamenti e la competizione economica e tecnologica, l'apparato di ricerca legato allo sviluppo della tecnologia militare non venne smantellato. Ma la nuova competizione era di lungo respiro e di conseguenza la sua funzione cambiava.

Fondamentale è stato il trasferimento di molte delle nuove tecnologie matematiche al settore civile. I primi computer a programma memorizzato furono troppo costosi e troppo legati a scopi militari predefiniti per mostrare le potenzialità della tecnologia; soltanto la creazione del primo “general purpose computer” (il «701» dell'IBM dal 1953) inaugurava «l'era del computer». Lo stesso vale, *mutatis mutandis*, per l'analisi operativa ecc.: solo l'uso delle nuove tecnologie su vasta scala permetteva la competizione (tanto economica quanto intellettuale) e la riduzione dei costi, e dunque il progresso continuo.

Successivamente, le tecnologie – adesso molto più efficienti – ritornavano al settore militare; ciò che già nel 1956 ispirò Eisenhower a parlare di (e mettere in guardia contro) «the military-industrial complex» – spesso anche chiamato «complesso militare-industriale-scientifico». E così, avanti e indietro, avanti e indietro, Poiché le stesse «great corporations» furono (e rimangono) spesso attive nei due settori, il passaggio era facile negli Stati Uniti. (L'Unione Sovietica, avendo separato il settore militare da quello civile, aveva molte più difficoltà).

Dal punto di vista della matematica, il maturarsi di molte tecnologie (computer, analisi operativa, ...) corrispondeva alla formazione di nuove discipline matematiche, talvolta al punto che queste venivano viste come scienze indipendenti, non più come rami della matematica.

XI. Una nuova fase della rivoluzione scientifico-tecnologica

L'integrazione degli scienziati nell'apparato militare a partire dalla prima guerra mondiale è un'espressione della maturazione della rivoluzione scientifico-tecnologica e corrisponde all'integrazione del sapere scientifico nel complesso tecnologico. Con poche eccezioni, questa integrazione s'esprimeva dapprima nella progettazione scientificamente (spesso matematicamente) calcolata dei vari elementi – per esempio, il disegno delle ali retroflesse di un aereo supersonico.

Gradualmente, e con gran forza a partire dagli anni Settanta, si vede una nuova forma di integrazione, una «integrazione a doppio livello», con l'uso di servomeccanismi, servosistemi e «sistemi intelligenti».

Negli elementi stessi di un tale sistema tecnologico vengono integrati sensori e componenti di calcolo (analogico o digitale) che permettono all'intero sistema di adattare in tempo reale il suo comportamento a condizioni mutabili o incerte. Un esempio elementare di questo è l'aggiustamento di ali a geometria variabile rispetto alla velocità dell'aereo e ad altri parametri; l'integrazione di tutti i partecipanti di un attacco aereo, dai satelliti e gli AWACS ai bombardieri e ai missili «intelligenti» tramite «dense networks that can be rapidly configured and reconfigured», ci offre un caso ben più complesso. Il «nuovo paradigma» di Rumsfeld, Cheney ecc. «marked by long-range precision strikes and the proliferation of missile technologies» corrisponde a questa nuova fase della rivoluzione scientifico-tecnologica e a questo livello di complessità.

La richiesta che l'acquisto e l'elaborazione di dati complessi, aleatoriamente incompleti, accadano in tempo reale implica l'uso di metodi matematici avanzati – in parte inventati direttamente per questi scopi, in parte già sviluppati per usi civili.

Si sa che le armi delle guerre recenti, «intelligenti» o no, non sono sempre tanti intelligenti. Nella guerra del Golfo si faceva uso sistematico di bombardamenti a tappeto, causando probabilmente fra 100000 e 300000 vittime immediate irachene. In Kosovo, troppo vicino all'Europa, i bombardamenti a tappeto erano esclusi. Perciò risultava impossibile distruggere i carri armati e le forze armate serbi – e invece le forze NATO hanno scelto il terrore, distruggendo le infrastrutture civili col pretesto che tutte le infrastrutture potessero servire a scopo militare. Nell'ultima guerra abbiamo visto missili Tomahawk guidati da satelliti cadere in Turchia, in Siria e in Iran; in effetti era una guerra asimmetrica, vinta dagli USA (almeno fino a ora) non tanto per raffinatezza matematica quanto per la forza sconvolgente (se è vero che gran parte dei Tomahawk colpiscono a pochi metri della meta scelta – ma persino le armi intelligenti dipendono dall'intelligenza dell'«intelligence»).

Comunque, la retorica che ha circondato queste tre guerre dimostra che la matematica possiede un'altra funzione, cioè una funzione ideologica o di propaganda – una funzione di calmante per l'opinione pubblica. Per il momento, le guerre di tipo coloniale sono accettabili soltanto a due condizioni:

In primo luogo, devono essere di tipo «zero-death» per i propri soldati; per questo facevano scandalo le migliaia di sacchi di plastica per i caduti previsti nella guerra del Golfo; per questo si è fatto tanto in quest'ultima guerra per spiegare o fingere che i morti anglo-americani fossero vittime di «fuoco amico» o di incidenti e non delle armi irachene.

In secondo luogo, devono apparire pulite e precise come videogiochi – razionali come pretende di essere ogni attività matematicamente calcolata. La matematica non compare in questa retorica di precisione e razionalità – le parole *mathematics* e *mathematical* non si trovano nelle 80

pagine del *Rebuilding America's Defenses*. Ma, come abbiamo visto, è indirettamente onnipresente come condizione per il «nuovo paradigma».



El Pais, 29.3.2003, *Cataluña* p. 3.

«Tenente, questo è ancora un videogioco?»
«Ma ovvio!»
«Allora, perché questo sangue?»