

Tecnologia e potenza economica fra il Cinquecento e il Novecento negli studi di C. Harbulot, C. M. Cipolla e P. Hugill

Introduzione

Le componenti della potenza economica degli stati e i mezzi per conseguirla sono molteplici: per citare i più importanti, si va dalla *guerra*, che consente oltre che il controllo di territori e materie prime fondamentali (stati territoriali) il controllo commerciale (stati commerciali, più vicini alla nostra epoca), alla *tecnologia*, che garantisce condizioni di primato reale nella gestione dei rapporti di conflitto e di pace, al dominio delle *comunicazioni*, elemento chiave della gestione del potere, dato che consentono, come afferma Peter Hugill (Hugill, *Le comunicazioni mondiali dal 1844. Geopolitica e tecnologia*, 1999) conoscenze e «circolazione di idee, mezzi, persone e informazioni» connessi in maniera inseparabile con gli interessi strategici, militari ed economici che lo alimentano.

I fattori sopra evidenziati hanno accompagnato e condizionato in maniera più o meno evidente lo sviluppo delle nazioni in tutti i tempi. Scopo di questo lavoro è però quello di mostrare il loro apporto determinante nell'età moderna, a partire da quella che lo storico dell'economia Carlo M. Cipolla ha chiamato «*l'era di Vasco da Gama*», intendendo come tale l'epoca che vide l'espansione colonialista del continente europeo consentita dai progressi tecnologici decisivi che esso conobbe dopo la fine del XV secolo, per giungere poi a considerare lo sviluppo delle telecomunicazioni seguito all'invenzione del telegrafo elettrico nel 1844 con cui ebbe avvio l'interconnessione mondiale, premessa indispensabile per il controllo economico del globo da parte, prima, della Gran Bretagna e, dal 1945 in poi, da parte degli Stati Uniti.

Sotteso agli avvenimenti presi in esame nell'analisi che seguirà è il fattore *guerra economica*, costituito da quella componente inseparabile della politica di potenza degli stati di cui ha trattato con competenza da esperto Christian Harbulot direttore della Scuola di Guerra Economica di Parigi. Secondo l'autore francese non si può infatti, oggi come nel passato, ma forse oggi *più* che nel passato, prescindere dal concetto di *guerra economica* come determinante fondamentale delle strategie per la crescita di potenza degli stati.

Inutile cercare di mascherare la realtà dei fatti: la guerra economica ha sempre accompagnato la storia dell'umanità, dai primordi che videro le lotte per la sopravvivenza dei popoli nomadi contro quelli sedentari, ai conflitti per il possesso dei territori dotati di risorse fondamentali, all'espansione e al controllo delle rotte commerciali che assicurarono all'Occidente l'egemonia sul resto del mondo, fino alle varie forme di protezionismo odierno per fare un esempio, riedizione di passate manifestazioni di esclusivismo commerciale oltre che comunicativo.

A lungo si è dissimulata la vera natura degli scontri per motivi economici sotto pretesti più o meno occasionali mistificando i fatti sotto la parvenza di motivazioni religiose o pseudo tali, ideologiche o di altra natura. Un simile intento, che rientra nelle strategie stesse della guerra economica, ha impedito secondo Harbulot , una seria riflessione che consentisse anche a livello accademico di dare al concetto di *guerra economica* lo *status* di valido strumento interpretativo delle relazioni internazionali in tempi di guerra come in tempi di pace. Dare invece per acquisito tale fattore come elemento motore di tutte le misure e i provvedimenti messi in atto per accrescere la potenza degli stati significa compiere un notevole passo in avanti per la comprensione del fenomeno.

Alla luce di quanto sopra, si analizza qui il contributo di singoli studi che prendono in esame ognuno da una particolare angolatura il ruolo della tecnologia, delle telecomunicazioni che di tale tecnologia sono comunque un'espressione, pur essendo anche altro, della guerra economica *tout court* nella crescita di potenza degli stati.

Il primo testo considerato è quello di Harbulot, di cui si è sinteticamente riferito, anche per i lucidi spunti interpretativi che consente relativamente agli altri due, che sono *Vele e cannoni* di Carlo M. Cipolla e *Le comunicazioni mondiali dal 1844* di Peter J. Hugill.

Lo studio dello storico dell'economia italiano offre un quadro esaustivo sul piano delle conoscenze tecnico-militari e della storia economica degli stati di quel grande mutamento di rotta che conobbe l'Europa nella sua declinazione prevalentemente atlantica a partire dalla seconda parte del 1400, quando, aggirando il blocco dei turchi che non solo avevano preso Costantinopoli suscitando il panico tra le popolazioni dell'intero continente, ma avevano anche invaso la Serbia, la Bosnia Erzegovina, il Negroponte e l'Albania, si lanciarono per altri percorsi alla ricerca delle spezie, divenendo in breve padroni degli oceani e delle rotte commerciali più fruttuose per la costruzione di quella che può a buon diritto dirsi una grande potenza economica. Tale sorte toccò agli stati a prevalente vocazione mercantile, come il Portogallo e come divenne anche la Spagna

(che peraltro aveva una tradizione politica fortemente orientata in senso continentale e mediterraneo), seguiti a breve da Olanda e Inghilterra, le quali posero sul mare le basi per una duratura egemonia economica a livello mondiale.

Cipolla parte dall'esame delle condizioni del continente europeo sul finire del Medioevo per affermarne lo stato di diffusa arretratezza su posizioni statiche di difesa, le cui ragioni si possono rinvenire su più versanti: quello demografico tra i primi, essendo la popolazione numericamente poco consistente, dato che non raggiungeva nel complesso il numero di più di cento milioni di persone. Poi le divisioni politiche tra le varie nazioni, impegnate più a farsi guerra tra di loro che a far fronte comune contro il nemico turco. Quindi la tecnica militare arretrata e inefficiente, ignara delle più elementari regole di tattica e di strategia, in cui il ruolo prevalente spettava ancora specie nell'Europa orientale alla cavalleria pesante, d'effetto, ma inefficace.

Eppure, in una situazione d'inerzia economica e d'inefficienza politico-militare come quella delineata irruppe in un breve volgere di tempo dei cambiamenti radicali, inimmaginabili fino a poco prima, i quali trasformarono un sonnolento continente in qualche modo alla deriva di se stesso in una micidiale macchina da guerra, che non solo spiazzò sul piano delle tecniche militari il nemico di sempre, l'impero turco, grazie ai nuovi ritrovati bellici forniti dall'artiglieria, ma si volse a una politica di espansione coloniale di un'aggressività degna delle orde di Tamerlano. Solo che in questo caso le conquiste non furono di terra ma di mare, lungo gli oceani orientali, africani e transatlantici, in poche parole, fino agli estremi confini del mondo, divenuto oggetto di una feroce politica di rapina da parte di eserciti governativi, di avventurieri e di mercanti.

Che cosa rese possibile una così sorprendente metamorfosi si chiede Cipolla? Perché l'Europa del Cinquecento riuscì dove l'Europa dei due secoli immediatamente precedenti aveva fallito? Quali furono gli elementi che consentirono l'inizio di quella che lo studioso denomina come «*l'era di Vasco da Gama*» che segna l'inizio dell'espansione colonialista del vecchio continente, ormai lanciato su posizioni di spregiudicata conquista?

A questi e ad altri interrogativi connessi con il mutamento relativo anche ai rapporti di forza tra i vari stati del continente lo storico dell'economia trova risposta partendo dall'analisi dello scenario europeo degli armamenti del periodo, riguardo ai quali appunta la sua attenzione principalmente sui pezzi d'artiglieria costituiti dai cannoni, sulle materie prime e sulle tecniche necessarie per produrli, oltre che sulla manodopera richiesta per la loro realizzazione.

Apprendiamo così che i primi cannoni, frutto di una rinata vocazione tecnologica dopo il periodo di stasi successivo ai progressi avvenuti a partire dall'anno 1000 in vari settori, da quello agricolo a quello marinaro a quello militare, furono in ferro e in bronzo, meno costosi i primi anche per una certa facilità di reperimento del minerale, ma molto più facilmente deteriorabili perché soggetti a fratture anche nell'immediato e a corrosione, oltre a non essere di facile trasporto dato il peso. A vantaggio dei secondi giocavano una maggiore durevolezza, per quanto anch'essa non di lungo periodo, una migliore maneggevolezza e soprattutto la diffusa conoscenza delle tecniche di costruzione, accessibili a qualsiasi artigiano di villaggio capace di forgiare campane. Non così vantaggiosi, come accennato, erano però i costi, stante la difficoltà a reperire il duplice materiale da lega, il rame e lo stagno.

Cipolla analizza sia il quadro generale del vecchio continente che lo sviluppo della produzione e dell'armamentario bellico dei singoli stati, di cui ripercorre le tappe della militarizzazione con armi da fuoco. Questa comportò anche una generale evoluzione tecnica, come sempre avviene, in ogni epoca storica, quando l'affinamento della tecnica di un settore chiave come quello della guerra porta con sé fruttuosi progressi anche in altri campi. Pensiamo, per far solo un esempio che ci tocca da vicino, a quanto avvenuto nel corso del '900, in cui due guerre mondiali e in seguito il confronto USA URSS hanno determinato uno sviluppo fortemente accelerato di tecnologie inizialmente legate al campo militare (nucleare, missilistica, reti di comunicazioni sicure ecc) passate poi ai più vari ambiti del settore civile.

Cipolla dedica particolare attenzione al caso inglese seguendone da vicino le fasi della militarizzazione in armi da fuoco e della loro produzione e mostrando come la buona riuscita tecnologica si tramutò in un successo economico. L'isola, da paese sottosviluppato che era considerato agli inizi del sedicesimo secolo, divenne infatti in breve una forte esportatrice di cannoni in ferro, fatto per il quale gli studiosi hanno considerato la fabbricazione dei cannoni come l'affare più vantaggioso nella commercializzazione del ferro del sedicesimo secolo. E ciò anche grazie a una politica dei prezzi che fece sì che i cannoni inglesi fossero particolarmente appetibili, non tanto per la loro qualità, considerata scadente dalle altre nazioni, quanto per la loro convenienza, politica questa che ha caratterizzato costantemente nel tempo la produzione britannica anche in altri settori, come ad esempio quello tessile. Lo scopo degli inglesi, ma anche degli olandesi per la verità, è sempre stato infatti quello di produrre manufatti utili allo scopo, diversamente da quanto accadeva invece in Francia o in Italia, dove, per la mania del bello, si stavano a cesellare persino le palle da cannone.

E' in questo modo che l'Inghilterra conoscerà nel corso dei due secoli successivi una crescita economica che, partita dalla lavorazione del ferro del Sussex voluta da Enrico VIII al fine di dotare il paese di propri armamenti senza dover più dipendere dalle costose importazioni dai Paesi Bassi meridionali, arrecherà all'isola nuove dotazioni tecnologiche le quali, unite alla ricchezza in materie prime derivante dalla successiva espansione marittima, ne faranno la prima nazione ad avviare la rivoluzione industriale.

Sempre relativamente alla storia inglese, ma ci sono nel testo esempi riguardanti anche altri paesi, Cipolla riferisce di un evidente caso di guerra economica, in cui, per dirla con Harbulot, si ritrova il meccanismo della dissimulazione, cioè della volontà di nascondere il reale movente economico sotto pretesti di carattere religioso. L'autore riferisce infatti dell'embargo alle esportazioni di cannoni inglesi imposto dalla regina Elisabetta nel 1574 nei confronti dei paesi nemici sul piano religioso (paesi cattolici), embargo attuato su pressione dei gruppi politici che non volevano favorire le potenze avversarie. Misura che suscitò forti reazioni da parte dei gruppi commerciali e fu peraltro facilmente aggirata con l'ottenimento di licenze particolari per l'esportazione o con il contrabbando o il furto su commissione di forze economiche sia inglesi che estere.

Si tratta per la verità di una costante, questa dell'embargo, che ritorna con regolarità nei conflitti fra popoli rientrando in una logica evidente di guerra, sotto la quale si cela una matrice economica. Si pensi ad esempio all'odierna crisi ucraina, in cui l'UE ha stabilito l'embargo nei confronti della Russia di beni *dual use* o militari *tout court*, di apparecchiature energetiche, oltre che di capitali e di strumenti finanziari¹, ricevendone in contraccambio la minaccia di restrizioni alle importazioni di automobili e prodotti tessili, come annunciato dal Cremlino². Va da sé comunque che l'intera questione russo-ucraina rientra in un quadro di guerra economica, dato il complesso sistema degli interessi in gioco.

Cipolla sostiene con decisione il ruolo imprescindibile della tecnologia per scopi militari, oltre che come elemento risolutore immediato dei conflitti anche come fattore di crescita economica, quindi di potenza degli stati. Quando cita i maggiori centri di produzione di cannoni europei,

¹ Fonte: <http://www.confindustria.it/wps/portal/IT/AreeTematiche/Europa%20e%20Internazionalizzazione/News/DettaglioAffariInt/a99ec23e-bc67-45a9-a75f-2b74d3a881c6/a99ec23e-bc67-45a9-a75f-2b74d3a881c6/>!
[ut/p/a0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOJ9PT1MDD0NjLws3ExMDRz9ft0sfQJdjQyCTPQLsh0VAcECvBA!/](http://p/a0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOJ9PT1MDD0NjLws3ExMDRz9ft0sfQJdjQyCTPQLsh0VAcECvBA!/)

² Fonte: <http://www.ilfattoquotidiano.it/2014/09/11/ucraina-accordo-per-nuove-sanzioni-contro-la-russia-saranno-operative-da-domani/1117691/>

rappresentati da Norimberga, fulcro della metallurgia tedesca, da Lione, luogo strategico per l'approvvigionamento per la Francia, da Bolzano, a metà strada fra il Tirolo e l'Italia settentrionale e da Anversa dove s'incontravano le merci di provenienza africana e asiatica con i manufatti metallurgici della Germania e dalle Fiandre, ne parla come della culla del capitalismo europeo, citando il caso classico dei Fugger, i maggiori imprenditori e banchieri tedeschi che proprio nel settore degli armamenti fecero la loro fortuna.

In *Vele e cannoni* l'autore considera anche altri fattori di progresso tecnico determinanti per la nascita del predominio europeo a partire da quella che egli chiama «l'era di Vasco da Gama», rivolgendo nella seconda parte del suo studio l'attenzione alle innovazioni riguardanti i viaggi, le conquiste e i traffici marittimi che furono foriere di uno sviluppo altrimenti impensabile per l'Europa, in particolare per i paesi che si affacciavano sull'oceano Atlantico.

Innanzitutto le marinerie furono le prime a introdurre massicciamente l'uso dell'artiglieria. Sulle imbarcazioni, diversamente dalla terraferma, non si ponevano infatti problemi riguardo alla mobilità e alla velocità di fuoco. Se però inizialmente l'uso dell'artiglieria venne concepito come funzionale alla tecnica dello speronamento e dell'arrembaggio preliminari per lo scontro all'arma bianca, a partire dalla fine del quindicesimo secolo la tecnica militare navale cambiò in funzione di un diverso uso delle armi da fuoco. Si comprese infatti che a decidere le sorti di una battaglia marittima potevano essere i cannoni usati direttamente per affondare le navi nemiche e non più per ferire o uccidere i nemici.

Tutto ciò si accompagnò a mutamenti altrettanto importanti per quanto concerne la tecnica stessa della navigazione e la tipologia di navi impiegate. I più stretti contatti stabilitisi ormai da tempo tra la marineria mediterranea e quella nordica favorirono l'adozione del timone unico a poppa e la diffusione nel Mediterraneo della cocca, un'imitazione della *Kogge* nordica che aveva un albero di maestra fornito di una grande vela quadra e un timone posteriore. Un tale tipo di timone garantiva una maggior manovrabilità e velocità alle navi, consentendo anche, unitamente allo sviluppo della velatura con il passaggio dalla nave a un albero a quella a tre alberi, un aumento di stazza e la navigazione in mare aperto. Se a ciò si aggiungono altri elementi rilevanti come il diffondersi dell'uso della bussola e lo sviluppo della cartografia nautica, oltre a un più ampio uso di energia eolica conseguente alla penuria di mano d'opera per le galere a seguito delle epidemie del quattordicesimo secolo che resero difficile il reclutamento di rematori, si può ben comprendere come si sia venuto a creare tutto un insieme di condizioni favorevoli che non tardarono a dare i loro

frutti consentendo l'avvio dell'espansione europea oltremare che era invece mancata nei secoli precedenti.

Per lo storico dell'economia fu il veliero armato creato dall'Europa che si affacciava sull'oceano Atlantico il vero protagonista di tale svolta: da qui i successi dei portoghesi, seguiti da quelli ancora più consistenti della Spagna, dell'Inghilterra, dell'Olanda, con un mutamento dello stesso quadro politico-economico del continente che dal secolo quindicesimo in poi privilegiò tali stati ormai lanciati alla conquista del mondo a scapito dei paesi mediterranei o continentali.

Non furono sicuramente le motivazioni religiose di diffusione della fede cattolica, che pure furono enfatizzate (la dissimulazione di Harbulot), a spingere in tal senso, bensì fini commerciali e di conquista, per i quali, osserva l'autore, la religione fornì il pretesto, l'oro il motivo, la tecnologia il mezzo indispensabile.

A conclusioni analoghe circa il ruolo della tecnologia, sia pure da tutt'altra angolatura, con una scrittura che risente dell'intento di contemperare vari approcci disciplinari e considerando un ben diverso periodo storico, giunge P. J. Hugill, professore di Geografia alla Texas A&M University con interessi nel campo della geografia politica e delle scienze sociali.

Il suo volume *Le comunicazioni mondiali dal 1844. Geopolitica e tecnologia* vuol essere infatti un'analisi degli avvenimenti che hanno accompagnato lo sviluppo delle comunicazioni mondiali negli ultimi due secoli, a partire da più discipline: non solo quelle cui si richiama il titolo, vale a dire storia e tecniche delle comunicazioni, geopolitica e tecnologia, ma anche discipline che attengono al vasto campo delle scienze sociali da cui lo studioso riprende adattandoli alle sue esigenze di dimostrazione teorie e modelli interpretativi, tra cui quelli di Innis, di Mackinder e di Fox e Tilly.

Hugill è convinto del ruolo fondamentale giocato dalle telecomunicazioni nella politica di potenza di uno stato o di più stati, i quali finiscono per esercitare un predominio economico, quando non politico e militare, su altri stati in possesso di minori dotazioni tecnologiche. L'autore aveva in precedenza toccato lo stesso tema a proposito del ruolo dei trasporti in età moderna nel suo testo *World trade since 1431: Geogrphy, Tecnology and Capitalism* del 1993, di cui afferma che il presente studio è una "postilla elaborata" che si occupa dello sviluppo del sistema capitalistico negli ultimi centocinquanta anni, reso possibile da quella che considera "l'industrializzazione dell'informazione" al servizio della società e dello stato grazie alle moderne tecnologie, che,

dall'invenzione del telegrafo nel 1844 ad oggi, hanno messo in comunicazione il mondo.

Non che gli interessi in particolare quest'aspetto, unanimemente riconosciuto come strumento di affratellamento universale: quello che l'autore vuole seguire, con un'indagine basata sulla ricostruzione puntualissima di scoperte, innovazioni, eventi condotta attraverso l'analisi di fonti storiche come archivi pubblici e privati, libri, riviste, testi di autori e specialisti dei singoli periodi, è la storia dello sviluppo delle comunicazioni in relazione a una peculiarità che le contraddistingue, cioè quella di conferire allo stato detentore del primato tecnologico che le riguarda anche il primato economico e politico sugli stati restanti. Insomma, come dice espressamente l'autore: «l'informazione è potere».

Hugill è fortemente influenzato dalla teoria sullo sviluppo dell'informazione di Harold Adams Innis (in particolare dal suo studio del 1950, *Impero e comunicazioni*, Meltemi, 2001), da cui desume l'importanza delle comunicazioni per l'organizzazione e l'amministrazione degli stati e quindi degli imperi della civiltà occidentale dato il controllo che ne viene sul piano militare, economico e culturale, portando però poi le affermazioni del sociologo della scuola di Toronto alla conseguenza finale della considerazione della tecnologia delle comunicazioni come principale tecnologia del potere geopolitico.

Per Hugill, forse più ancora che per Innis, l'attenzione è centrata sulle conseguenze economiche e politiche di una nuova tecnologia comunicativa per cui non si può prescindere da una verifica del *know how* e delle infrastrutture produttive sottostanti. Donde tutto il lavoro di ricostruzione tecnica, storica, economica, politica che ha guidato il lavoro dell'autore mediante una rendicontazione estremamente minuziosa, a volte ai limiti del tecnicismo, che comporta inevitabilmente una sovrapposizione di piani d'indagine non tutti ugualmente riusciti, con riprese di argomenti, ripetizioni e qualche incongruenza.

Per Hugill il momento di partenza della nuova epoca delle comunicazioni, innestata su quella fase della storia dell'umanità che, sulla scorta della classificazione di Lewis Mumford, egli chiama della *neotecnica* e caratterizzata dalla mobilità e dalle comunicazioni tramite elettricità, si situa nel 1844, con la nascita della prima linea telegrafica elettrica, la Washington D. C. - Baltimora, la quale consentì l'allestimento della prima connessione telegrafica elettrica accessibile al pubblico e di facile utilizzo.

Da quel momento lo sviluppo delle comunicazioni fu continuo, con sempre nuovi tentativi di

miglioramento, con inevitabili cambi di passo e di tipologia comunicativa e non senza battute d'arresto legate a oggettive difficoltà tecniche o a rivalità tra i maggiori contendenti, si trattasse di aziende private o di nazioni in lizza per ottenere i risultati migliori non solo in termini affaristici ma anche dal punto di vista geopolitico.

In tale gara il primato fu fin da subito della Gran Bretagna, stato mercantile per eccellenza, che dalla vittoria del libero scambio sul mercantilismo nel 1846 con l'abolizione delle *Corn Laws* aveva sviluppato quella che Hugill definisce una vera e propria ossessione per le telecomunicazioni a livello mondiale. Si spiega così perché essa fu la prima a realizzare un sistema telegrafico sottomarino di livello mondiale con la posa di cavi sui fondali oceanici per consentire le comunicazioni da un continente all'altro.

Il primo cavo transatlantico sottomarino fu calato nel 1856, anche se la prima vera linea funzionante si ebbe solo nel 1866 date le difficoltà estreme che poneva un'impresa come quella di far passare informazione pulita attraverso un conduttore immerso nell'acqua marina. Alla fine del diciannovesimo secolo il mondo era comunque collegato da una rete di linee telegrafiche realizzate prevalentemente dalla Gran Bretagna, con una tecnologia che non aveva più di mezzo secolo. Si trattò di investimenti dovuti per lo più a privati, come conseguenza dei costi relativamente inferiori rispetto a quelli per la costruzione di ferrovie, di competenza dei governi. Alla luce di ciò è ben comprensibile che il primato sia stato del più grande impero coloniale dell'epoca, i cui interessi commerciali spaziavano da Oriente a Occidente. Gli Stati Uniti, che in un futuro non prossimo (a partire dal 1945, dopo la seconda guerra mondiale), sarebbero stati la potenza egemone anche nel campo delle comunicazioni, pur essendo negli ultimi decenni dell'ottocento gli unici a poter in qualche modo aspirare a contrastare il predominio britannico date le loro nascenti aspirazioni di stato commerciale, erano usciti da non molto dalla guerra civile e stentavano ancora a organizzarsi per le profonde differenze tra il Nord industrializzato e le restanti zone che non lo erano. Innocuo anche il tentativo di competere con la Gran Bretagna messo in atto dalla Francia dal 1870 alla fine del secolo, stante la mancanza dei finanziamenti necessari. La Francia possedeva bensì un impero coloniale, ma non un sistema di commerci di carattere mondiale, anche perché dal 1870 in poi l'attenzione del paese fu catalizzata dalle necessità di difesa nei confronti della vicina Germania e non dagli interessi coloniali. Come a dire che la prevalente caratterizzazione della Francia fu quella di uno stato territoriale, per di più ripiegato sulla difesa dopo le disavventure napoleoniche, e non quella di uno stato mercantile alla ricerca dei collegamenti più idonei per massimizzare i ricavi dei propri traffici commerciali come avvenne per la Gran Bretagna, che del resto dai paesi colonizzati ricavava forti guadagni da reinvestire nel settore stesso delle comunicazioni.

Hugill mette anche in evidenza nel capitolo I dedicato alle tecnologie dell'informazione, alla geopolitica e al sistema mondiale, il ruolo delle comunicazioni telegrafiche elettriche nella formazione/mantenimento/sviluppo alla fine del diciannovesimo secolo di grandi stati nazione a carattere territoriale e con una forte burocrazia statale, cui fornirono, insieme alle ferrovie, il supporto tecnico ben più rapido ed efficace di quello costituito in precedenza dalle *routes nationales*, dai canali, dai servizi postali e dai telegrafi meccanici, molto primitivi.

L'autore cita gli ambiti individuati da Michael Mann (Mann 1993) come aree di crescita nel periodo della modernizzazione degli stati avvenuta intorno alla fine del diciannovesimo secolo, relativi a: dimensioni geografiche, ambito delle funzioni statali, organizzazione amministrativa burocratica, rappresentanza politica, riferendo che la stessa Gran Bretagna, il maggior stato mercantile dell'epoca, non poté restare estranea a tali sviluppi.

Hugill facendo riferimento alle teorie di Halford Mackinder (Mackinder 1904), sottolinea che comunicazioni e burocrazie più efficienti condussero a uno spostamento radicale dell'equilibrio geopolitico a favore degli stati territoriali, fatto evidenziato già agli inizi del '900 dal geopolitico inglese, il quale aveva intravisto l'ascesa della Germania e degli Stati Uniti e il declino della Gran Bretagna come potenza mondiale.

Effettivamente la geopolitica mackinderiana influenzerà poi le scelte geostrategiche britanniche, che condurranno il paese ad allearsi in occasione della Prima guerra mondiale con le potenze continentali più deboli contro la più forte Germania, a farsi coinvolgere in un conflitto terrestre per opporsi a tale potenza, a cercare le soluzioni tecniche più idonee nel campo delle nuove tecnologie investendovi massicciamente (*radar* per le comunicazioni, adozione e decrittazione messaggi telegrafici e telefonici, aviazione), in modo da difendere il "fossato difensivo".

Tornando a seguire a grandi linee l'evoluzione della storia delle telecomunicazioni come scritta da Hugill, risultano evidenti i vantaggi della trasmissione telegrafica sul piano commerciale e organizzativo, ma altrettanto evidenti appaiono le implicazioni geopolitiche insite nell'innovazione, così come in tutte quelle che seguiranno, dal telefono alla radio al radar alla televisione.

Nonostante il predominio conquistato dagli inglesi a partire dal 1858, mantenuto anche successivamente nel periodo di declino cui andò incontro la Gran Bretagna sul piano economico, era chiaro che essi non avrebbero potuto mantenere per sempre un monopolio su tecnologie appetibili anche per le altre nazioni a fini di varia natura. Si innescò così una lotta tra gli stati per il loro accaparramento, condotta a suon di investimenti in brevetti, violazioni degli stessi, fondazione e affossamento di società costruttrici, scandali privati e governativi, alleanze strategiche ma anche

conflitti tra stati omologhi come concezioni politiche oppure nemici, guerre economiche incruente, ma anche feroci episodi di spionaggio industriale. Era infatti in gioco il predominio mondiale, oggetto della geopolitica. Ciò era stato compreso da Lakal, afferma Hugill, già all'epoca della rivoluzione francese, quando aveva intuito la possibilità rappresentata dal telegrafo meccanico di controllare lo spazio a scopi economici ma anche militari.

All'invenzione del telegrafo elettrico successe quella del telefono. Quest'ultimo ebbe però rispetto alle altre forme di telecomunicazione una storia meno internazionale, essendo stato per un tempo molto lungo un affare "di nicchia" dice Hugill, riservato al mondo degli affari e proprio soprattutto della realtà statunitense, legato com'era alla necessità di collegare in modo pressoché immediato le aziende della regione commerciale del Nord del paese.

La nuova scoperta trovò nella società Bell la protagonista della ricerca sia nella tecnica (*hardware* per Hugill) che nella gestione umana (*software*), nonché la detentrica quasi assoluta del monopolio nazionale, fatto che influirà non poco, insieme ad altri fattori, anche sulla diffusione del mezzo in Europa e nelle altre parti del mondo. Diversamente che per la telegrafia infatti il mondo degli investitori londinesi fu molto restio a invischiarsi in un affare inficiato da varie controversie governative e non solo circa il regime monopolistico preteso dalla Bell.

Nel 1877 Bell aveva già il sogno di collegare il paese da una parte all'altra mediante un apparecchio che consentisse di parlare a viva voce e con facilità, ma fin verso gli ultimi decenni dell'Ottocento il telefono fu un dispositivo dalla portata molto limitata, adatto all'interno di un'area urbana e non ancora in grado di collegare città diverse. Solamente dopo il 1900 e soprattutto dopo il 1915 si ebbe un'accelerazione dello sviluppo del settore. E fu dagli anni venti del novecento che furono possibili collegamenti tra gli Stati Uniti e il resto del mondo, mentre bisognerà attendere la metà degli anni cinquanta per avere una trasmissione e una ricezione veramente affidabili e gli anni sessanta perché il mezzo fosse davvero accessibile a tutti.

Rispetto a quella della telegrafia, che dopo che furono risolti i problemi tecnici della costruzione dei cavi e della relativa trasmissione, fu in grado di assicurare una rete di copertura mondiale, la telefonia poneva infatti problemi molto più complessi, sia per le conoscenze tecniche necessarie che per gli elevati costi in energia, cosicché occorreranno ottant'anni e il massiccio programma satellitare statunitense per avere una copertura mondiale.

A spiegare la lenta penetrazione del mezzo telefonico negli altri paesi si aggiungono ulteriori elementi di differenziazione tra gli Stati Uniti e l'Europa. I governi europei infatti, compresi quelli capitalistici come la Gran Bretagna, nazionalizzarono il settore delle telecomunicazioni e continuarono a considerare l'utilizzo del telegrafo molto più conveniente in termini economici.

Attraverso fattorini prima in bicicletta, poi in moto, era possibile infatti consegnare a casa in breve tempo i telegrammi, mentre il telefono era ancora considerato uno strumento destinato agli affari e non un'apparecchiatura per le famiglie, com'era invece avvenuto per la società americana, dove i costi erano stati abbattuti.

Complicatissime le vicende relative alla scoperta del sistema radio, sia per quanto concerne le tecniche che la paternità delle stesse in regime di monopolio, necessità fondamentale per ogni stato che aspirasse a mantenere o a raggiungere il predominio nelle comunicazioni, che per Hugill e per gli autori che sostengono un'analogia interpretazione geopolitica s'identifica con il predominio mondiale *tout court* nella potenza degli stati.

La ricerca di una via alternativa ai cavi telegrafici che passasse via etere iniziò verso la fine dell'Ottocento, dando vita a una vera e propria lotta tecnologica ed economica tra stati, la quale s'intensificò nel periodo immediatamente successivo alla Prima guerra mondiale, per stabilizzarsi intorno agli anni venti. Le comunicazioni via radio, diversamente dalla telegrafia che per la posa di cavi richiedeva permessi di passaggio per le linee a terra e diritti di approdo per quelli sottomarini, avrebbero offerto a chi ne detenesse la tecnologia l'utilizzo di uno spazio illimitato e non soggetto a controllo.

La lotta iniziale ebbe per protagoniste la Gran Bretagna e la Germania, fino a quando nel 1911 entrarono in competizione anche gli Stati Uniti. Il predominio della Gran Bretagna, che utilizzava la tecnologia a scintilla introdotta da Marconi, conobbe secondo alcuni autori tra cui Ludwell Denny (Denny, *America Conquers Britain*, 1930) una battuta d'arresto nel 1917 ad opera degli Stati Uniti, che introdussero il sistema a onde continue generate nella parte a bassa frequenza dello spettro elettromagnetico. Hugill afferma però che i britannici riconquistarono ben presto la loro posizione con il passaggio a partire dagli anni venti alle onde continue ad alta frequenza introdotte dalla società fondata da Marconi. In realtà, osserva l'autore, nessuna nazione vinse mai la competizione e, se mai, una conseguenza fu l'aumento del consolidato controllo britannico sulle linee telegrafiche sottomarine. I britannici poi, negli anni trenta, completarono l'installazione di una serie di stazioni a onde continue ad alta frequenza che utilizzavano antenne direzionali a fascio molto efficienti, dando vita a un'operazione che risultò molto importante dal punto di vista sia commerciale che strategico per tutto l'impero, soprattutto perché il governo inglese intervenne per costringere le società interessate ai cavi sottomarini e quelle all'etere a fondersi in un unico monopolio.

Hugill cita numerosi particolari relativi alla lotta per il primato via etere interessanti sotto vari aspetti, come quando attribuisce la propensione di Marconi per le telecomunicazioni, propensione

non disgiunta dalla ricerca dell'interesse economico, come dovuta all'influenza della madre, appartenente a una ricca famiglia di origini irlandesi e scozzesi, sensibile quindi, per inclinazione nazionale, al problema delle comunicazioni come mezzo di vantaggio economico e quindi di predominio. Oppure quando riferisce dello scandalo Marconi e dei suoi riflessi geopolitici, dato che esso comportò per la Gran Bretagna la perdita della possibilità di mantenere il predominio sulle telecomunicazioni mondiali nel periodo precedente la prima guerra mondiale, con la conseguenza di lasciar aperto il varco per l'ascesa degli Stati Uniti. Si trattò sostanzialmente di un affare di *insider trading* relativo alla firma di un contratto molto vantaggioso per la Marconi, meno per la corona inglese secondo le accuse del British Post Office, a proposito della creazione di una rete imperiale di comunicazioni radio. L'accusa di corruzione riguardò i due fratelli Godfrey e Rufus Isaacs, il primo amministratore delegato della Marconi e l'altro membro della Camera dei Comuni e del governo, oltre a vari membri di gabinetto e al ministro delle poste firmatario dell'accordo Herbert Samuel. Non mancò nemmeno il risvolto razziale, dato che certa stampa politica speculò sul fatto che i fratelli Isaacs e Samuel erano ebrei. La vicenda andò avanti per un anno e mezzo, concludendosi nel 1913 con la revisione del contratto e con la sua cancellazione nel 1914, proprio alla vigilia della prima guerra mondiale. Afferma Hugill che ciò fece sì che la rete imperiale fosse ritardata di un anno e non ancora terminata allo scoppio della guerra.

Ugualmente interessanti sono le pagine in cui l'autore ricostruisce i vari tentativi di guerra economica che costeggiarono lo sviluppo delle trasmissioni via radio anche nei paesi contendenti il primato. Hugill cita i numerosi tentativi di boicottaggio delle invenzioni di Marconi messi in atto dalla marina statunitense, che, avendo compreso l'importanza geostrategica e geopolitica delle comunicazioni, aveva sviluppato quella che egli considera una vera "ossessione" per questo settore chiave della potenza di una nazione. Tali tentativi si tradussero ora in episodi eclatanti ora in una vera e propria guerra di logoramento portata avanti con vari espedienti politico-economici, tramite la sottrazione di tecnologie e di brevetti, di costrizioni ma anche di lusinghe nei confronti di aziende nazionali, come ad esempio la GE, che dovette rinunciare ad affari estremamente redditizi per non acquisire tecnologia del "nemico" britannico (la guerra economica, direbbe Harbulot, è sempre in agguato) e ricostituirsi in una società, la RCA, cui andarono per interessamento della marina sovvenzioni e concessioni monopolistiche governative, salvo poi tradire chi l'aveva beneficata trascurando gli interessi militari per spingere invece verso interessi capitalistici del mondo privato nel settore delle comunicazioni radio commerciali e dell'intrattenimento.

Hugill dedica molte pagine all'utilizzo delle telecomunicazioni in tempo di guerra: se infatti esse sono importanti ai fini civili per l'organizzazione e l'amministrazione di uno stato, oltre che

per gli aspetti industriali e commerciali su cui si regge la sua economia, il possesso di una tecnologia comunicativa che consenta una posizione di dominio diviene essenziale in caso di conflitto.

Dopo aver analizzato ampiamente i progressi delle comunicazioni mobili, cioè via radio, durante la Prima guerra mondiale, le quali rivoluzionarono la tattica bellica consentendo il controllo centralizzato e burocratizzato ma anche il ritorno alla guerra di movimento, l'autore passa a considerare la quarta delle tecnologie delle telecomunicazioni che ritiene veramente importanti, vale a dire il radar, da cui dipesero in notevole misura le sorti del secondo conflitto mondiale.

Se nel secondo e nel terzo decennio del novecento lo sviluppo della radio mobile aveva incoraggiato la forma offensiva, con l'avvento del radar la strategia difensiva cui dovettero ricorrere i vari paesi coinvolti riacquistò importanza. Ancora una volta fu la Gran Bretagna a superare in tempismo ma anche in tecnologia le altre nazioni, dato che il "fossato difensivo" non era più inviolabile, né dai cieli né dal mare, ragion per cui il governo aveva deciso massicci stanziamenti in tecnologia difensiva.

Il fatto stupisce perché in realtà dal punto di vista tecnico la Germania era passata in posizione di vantaggio. Il paese infatti, che era rimasto a lungo su una posizione di secondo piano essendosi in genere avvalso di tecnologie importate o utilizzate su licenza straniera, prevalentemente britannica, dopo la Prima guerra mondiale aveva acquisito una posizione all'avanguardia in ogni campo dell'elettronica. Nel 1939 la componentistica del radar tedesco era infatti molto avanzata, non così il software, che, se accettabile in una geostrategia rivolta all'offensiva tattica, non lo era a livello strategico.

Hugill sostiene poi che la vera causa di quella che è stata interpretata come un'incompetenza tedesca vada ricercata nell'egualitarismo del regime nazista: contrariamente a Stati Uniti e a Gran Bretagna, in Germania infatti non vennero redatte liste di tecnici da destinare allo sviluppo e all'utilizzo delle tecnologie, poiché tutti furono liberi di arruolarsi o furono chiamati alle armi proprio nel momento in cui servivano tecnici da destinare anche alle comunicazioni. A ciò si aggiungano altri fattori, tra cui la mancanza di un adeguato sforzo scientifico dovuta alla mentalità pseudo-romantica del nazismo, più orientato a sostenere le ricerche sulla mitologia tedesca che quelle nei settori della fisica, dell'elettronica e di altre scienze, oltre al fatto che l'odio antisemita privò il *corpus* tecnoscience tedesco delle menti più brillanti appartenenti all'*intelligenza* ebraica, consegnandole in mano al nemico.

In conclusione, anche se le ricerche sullo sviluppo del radar durante la guerra appaiono ancora lacunose, Hugill afferma con Overy (Overy, *The air war, 1939-1945*, 1980) che la guerra aerea che caratterizzò la Seconda guerra mondiale richiedeva un'alleanza stretta tra élite scientifica

e militare. Pur avendo meno finanziamenti di quella tedesca, l'élite scientifico-tecnica britannica fu reclutata per la guerra con più decisione ed efficienza, ciò che avvenne anche negli Stati Uniti, dove non c'erano partiti ingombranti come quello nazionalsocialista a politicizzare le università come avvenne in Germania. Huggill riconduce molti di questi aspetti alle differenze fondamentali fra le economie liberali e capitalistiche dell'Occidente e quelle basate sul controllo e la pianificazione prevalenti tra le potenze dell'Asse e dell'Unione Sovietica.

Le vicende della seconda guerra mondiale mettono in evidenza la multipolarità che si era creata sul piano politico-militare, multipolarità che ebbe un corrispondente nel campo delle telecomunicazioni. A partire dal 1945 infatti il primato in tale campo passò agli Stati Uniti, che, nonostante avessero ampi mezzi economici e tecnologia per averlo già dagli anni trenta (per alcuni autori, come detto in precedenza, già dagli inizi del novecento), lo mancarono, sia per scarsa lungimiranza geostrategica che per problemi interni relativi a un eccesso di liberalismo, dice sostanzialmente Huggill, riferendosi alle complesse norme antitrust proprie dell'economia statunitense. Per altri si trattò, come nel caso della Prima guerra mondiale, di un eccesso di democrazia tipica di un paese che su questo ideale aveva fondato la propria esistenza fin dalla guerra d'indipendenza. I fatti hanno dimostrato che così non fu. Come l'affrancamento dalla madrepatria inglese fu dovuto a motivi commerciali, di guerra economica per dirla con Harbulot, così il disinteresse statunitense per le vicende europee si alimentava di nazionalismo, anche se gli storici hanno parlato di isolazionismo, e del fatto che una teoria rivolta a un'offensiva aerea strategica avrebbe necessitato di un forte impegno nella ricerca per la difesa aerea.

Tale impegno giunse, in ritardo, ma giunse, nel corso della seconda guerra mondiale, quando fu chiaro che il paese non avrebbe più usufruito del "fossato difensivo" rappresentato dall'Atlantico. Se negli anni trenta l'errore fu nella mancata previsione di un'offensiva aerea, questa venne invece pensata a partire dal 1940 con la progettazione di bombardieri capaci di grande autonomia per colpire la Germania direttamente dal Nord America.

Alla fine del conflitto, gli Stati Uniti, che agli inizi avevano usufruito della tecnologia britannica, in parte grazie alle grandi strutture per la ricerca industriale realizzate durante il periodo bellico, tra cui il Radiation Laboratory al MIT e anche, ad esempio, i Laboratori Bell, arrivarono al dominio completo dello sviluppo del radar.

Tecnologia e potenza economica nella riflessione di C. M. Cipolla

Introduzione

Nel suo ormai un classico *Vele e cannoni*, uscito per la prima volta nel 1965 in inglese col titolo di *Guns and sails in the early phase of European expansion 1400-1700* per i tipi degli editori Collins Sons & Co, lo storico Carlo M. Cipolla,³ fa oggetto d'indagine i rapporti che legano tecnologia ed eventi economici, sociali e politici partendo dall'analisi dei fattori che resero possibile quella che egli chiama «*l'era di Vasco da Gama*», cioè il periodo che diede luogo all'espansione colonialista del continente europeo, frutto di una trasformazione da una posizione di stallo e d'incerta difesa su cui esso era rimasto attestato per secoli a una fase espansiva fortemente «aggressiva».⁴

Lo studioso di economia storica inizia a considerare le condizioni dell'Europa nell'età immediatamente precedente tale periodo e constata che l'equilibrio delle forze in gioco nei suoi territori alla vigilia dei nuovi eventi non era favorevole agli abitanti del vecchio continente, fermi a una strutturazione difensiva labile da secoli.

Se è vero infatti che la caduta di Costantinopoli nel 1453 sotto l'impero turco-ottomano destò negli Europei il senso di una catastrofe immane, destinata a restare nell'immaginario collettivo come un avvenimento senza precedenti tale da mettere in gioco l'integrità e la sopravvivenza dell'intera cultura greco-cristiana, la precarietà dell'Europa nel corso del Medioevo era stata comunque una condizione normale.

Verso la fine di tale epoca per la verità la situazione era migliorata rispetto agli esordi, essendo stati ricacciati i musulmani dalla Francia, dall'Italia meridionale e dalla penisola iberica ad opera delle grandi monarchie e delle loro filiazioni, vale a dire la monarchia francese, i duchi normanni e i regni della penisola iberica.

³Carlo M. Cipolla, *Vele e cannoni*, Il Mulino, Bologna, 2011, nuova ed. Storico dell'economia di fama internazionale, Carlo M. Cipolla ha insegnato presso varie università italiane ed estere. Tra le altre pubblicazioni edito da Il Mulino si segnalano *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, *Tre storie extra vaganti*, *Miasmi e umori*, *Le avventure della lira*, *Cristofano e la peste*.

⁴Carlo M. Cipolla, *op. cit.*, p.10

Anche le popolazioni degli invasori vichinghi e ungari erano state assimilate, mentre erano stati acquisiti vasti territori ad est dell'Elba.

E' vero che si erano combattute le gloriose crociate, tuttavia esse non sono da considerarsi come autentiche e durature vittorie, essendo in realtà da ascrivere alla temporanea debolezza e disorganizzazione del mondo arabo, il quale recuperò posizioni nel giro di poche decine di anni, costringendo i regni cristiani alla resa e al ritiro dagli avamposti conquistati.

Va altresì sottolineato che all'espansione commerciale che l'Europa aveva intrapreso dopo il 1000 non corrispose nulla riguardo alla capacità politico-militare. Nel 1241, il disastro di Wahlstatt fu la dimostrazione dell'incapacità militare europea e l'invasione mongola si fermò solo per via della morte di Ogödei e della maggiore attrazione dei Khan per l'Oriente rispetto all'Occidente. Ancora, nel 1396, la sconfitta dei cristiani a Nicopoli mise a nudo l'inferiorità militare e anche in questa circostanza la salvezza dell'Europa dipese dal fatto accidentale che Bāyāzid, l'invasore di turno, fu distratto dalla rivalità con Tamerlano, ciò che si concluse con l'eliminazione inaspettata dei due rivali.

Nel quindicesimo secolo l'Europa si trovava ancora sotto la minaccia turca, che pur rallentata, non riuscì tuttavia ad arrestare.

Secondo Cipolla le ragioni della debolezza europea in età medioevale sono evidenti. *In primis* demografiche: gli europei non erano numerosi, non raggiungendo il numero di più di cento milioni di persone. Soprattutto però erano divisi e impegnati a combattersi uno contro l'altro. Nei rari casi di unità, si componevano eserciti misti in cui regnava la confusione più totale. La tecnica militare era notevolmente inefficiente, dato anche il fatto che l'Europa, in particolare quella Orientale, utilizzava ancora una cavalleria pesante, assai scenografica, ma inefficace. Venivano ignorate la tattica e la strategia nella convinzione infondata di poter colpire il nemico conservando l'invulnerabilità: per tutto il Medioevo, scrive Cipolla, la salvezza dell'Europa continuò a rimanere in larga misura nelle mani di Dio.

Con la caduta di Costantinopoli tutto questo peggiorò. I turchi continuarono ad avanzare in modo irresistibile. La Serbia cadde nel 1459. La Bosnia Erzegovina nel 1463-66. Il Negroponte fu sottratto ai veneziani nel 1470 e l'Albania invasa dopo il 1468.

Questa situazione, che rischiava di minare il cuore stesso dell'Europa, mutò improvvisamente a seguito di eventi rivoluzionari. Alcuni stati europei aggirarono infatti il blocco turco lanciando a più

riprese un'offensiva espansionistica sugli oceani, così che in poco più di un secolo portoghesi, spagnoli, seguiti da olandesi e inglesi, posero le basi per la loro supremazia mondiale.

Secondo Cipolla è riduttivo, quando non errato, sostenere la tesi invalsa fino a qualche decennio fa sul fatto che le ragioni di questa improvvisa espansione europea fossero dovute all'avanzata dei Turchi e all'esigenza di aggirarne il blocco militare sulla via delle spezie col cercare rotte alternative verso l'Asia e l'Africa occidentale. Se ciò può considerarsi in parte vero, afferma infatti lo storico, come è in parte vera la forte spinta motivazionale europea alla riuscita rispetto ai meri intenti di resistenza degli asiatici, va altresì evidenziato che nessun *movente* è in sé sufficiente se non sostenuto dai *mezzi* necessari alla sua realizzazione. Aggirare il blocco musulmano era cosa già fortemente sentita nei secoli precedenti, ma il fallimento delle spedizioni dei fratelli Vivaldi e di Jaime Ferrer sta a dimostrare che i mezzi di quel periodo erano insufficienti a ottenere i risultati cercati.

Si pone quindi l'esigenza di analizzare i motivi per cui l'Europa rinascimentale riuscì in quello che nel tredicesimo e quattordicesimo secolo non era stato possibile. L'attenzione va posta in pratica su che cosa consentì di passare da una situazione di stallo a una posizione di espansione fortemente aggressiva che condusse a ottenere il controllo di tutte le rotte commerciali e a fondare nuovi imperi oltremare attraverso quella che si può identificare come l'“*era Vasco da Gama*”, la quale portò anche a una ridefinizione degli equilibri interni all'Europa stessa.

La situazione dell'Europa precedente all'era “Vasco da Gama”

Grazie a documenti fiorentini e inglesi databili 1326-27 è possibile stabilire che gli europei avevano iniziato nel quattordicesimo secolo a utilizzare armi da fuoco. Si trattava di armi ancora molto rudimentali, imprecise e poco pratiche. A partire dal 1330 l'uso dei cannoni in azioni belliche divenne sempre più frequente, tanto che nel 1350 si rinviene testimonianza in Petrarca della loro diffusione, essendo nel *De Remediis* esplicitamente affermato che il loro utilizzo, da raro e stupefacente, era divenuto molto comune.

Nella seconda metà del secolo quattordicesimo l'artiglieria era ormai una realtà e si potevano annoverare veri e propri artigiani specialisti nella fabbricazione di cannoni.

Dapprima vi fu la tendenza a realizzare cannoni di grande mole, come per esempio la bombarda

utilizzata nel 1382 durante l'assalto di Oudenarde dall'esercito di Philip van Arteverlde, che sparava con gran fragore enormi massi o ancora, il gigantesco "MonsMeg" inglese, del peso di 14.560 libbre con calibro di 20 pollici. Armi che, oltre ad avere più che altro un effetto deterrente, avevano grande efficacia nella distruzione di mura e fortificazioni, non nell'offesa di truppe. Ciò era dovuto all'estrema lentezza delle operazioni. Sia per muovere uno di questi cannoni sia per ricaricarlo, infatti, occorreva parecchio tempo. Ad Aljubarrota, per esempio, nel 1385 i portoghesi senza armi da fuoco sconfissero i castigliani che contavano invece numerose bombarde.

Se i primi cannoni di cui si ha testimonianza nei documenti fiorentini erano in bronzo e sparavano palle di ferro, molto diffusi erano anche quelli in ferro. Questi ultimi richiedevano l'opera di fabbri, che li costruivano con barre battute e unite con cerchiature di rinforzo. La realizzazione per colatura del ferro era infatti stata accantonata, in quanto i pezzi così realizzati erano soggetti a irrimediabili fratture.

Essendo tuttavia la conoscenza del procedimento di fonditura del bronzo molto diffusa presso gli artigiani di tutta Europa in quanto derivata da quella delle campane, l'artiglieria in bronzo fuso, oltre a comparire presto, fu quella preferita. Ciò anche perchè rendeva possibile la fabbricazione di cannoni ad avancarica che eliminava il pericolo connesso al problema dell'otturazione posteriore. Il cannone in ferro battuto doveva essere lasciato aperto da entrambe le estremità per permettere al fabbro la levigazione interna. Questo impedì la costruzione di grossi calibri, almeno fino al diciannovesimo secolo. L'otturazione posteriore non poteva essere avvitata, in quanto con l'esplosione e il calore prodotto la filettatura si allentava rendendo il cannone inutilizzabile.

Da un punto di vista strettamente economico è vero che il ferro era in partenza meno costoso del bronzo che come lega necessita di rame e di stagno, ma, richiedendo la fucinatura più manodopera, i prezzi finivano per livellarsi, sicchè la costruzione di cannoni in ferro battuto divenne alla lunga solamente un ripiego.

Il rame proveniva soprattutto dall'Ungheria, dal Tirolo, dalla Sassonia e dalla Boemia, mentre lo stagno dall'Inghilterra, dalla Spagna e dalla Germania. La fabbricazione avveniva invece un po' dappertutto, ad opera di artigiani adusi a maneggiare materiale a scopo pacifico come le campane quanto materiale bellico come i cannoni. Essi erano impiegati sia stabilmente che assunti a tempo determinato. Col passar del tempo vennero istituiti arsenali governativi permanenti con la stessa tipologia di manodopera, anche se va detto che la divisione del lavoro tra artiglieri e fonditori non era in realtà netta: spesso gli artiglieri erano anche fonditori che prestavano regolare servizio negli

eserciti.

Fu dalla seconda metà del quindicesimo secolo che la richiesta di cannoni entrò in una fase di sviluppo estremamente veloce. Ciò a seguito della formazione dei grandi stati nazionali che fecero impennare la richiesta per le loro continue guerre, per le esplorazioni geografiche e per l'espansione oltremare.

Il commercio del rame e dei cannoni assunse la caratteristica di una delle attività più redditizie del tempo, i cui centri più importanti di produzione o di distribuzione erano rappresentati da Norimberga, la maggior base della metallurgia tedesca, Lione, luogo privilegiato di approvvigionamento per la Francia, Bolzano, snodo fra il Tirolo e l'Italia settentrionale e Anversa, grande punto d'incontro fra le merci provenienti dall'Africa occidentale e in seguito dall'Asia con il flusso dei prodotti metallurgici della Germania e dalle Fiandre. Si può dire che una parte notevole del primo capitalismo europeo ebbe origine in questo settore e in questi luoghi: i Fugger ne furono l'esempio più noto.

L'aumento della produzione di cannoni comportò altrettanto progresso tecnologico. Si comprese il limite delle grandi bombarde e si passò alla produzione di pezzi di minor calibro. I francesi di Carlo VIII che invasero l'Italia nel 1494 sorpresero gli italiani, considerati veri e propri esperti nel campo dell'artiglieria, perché i loro cannoni di piccolo calibro si rivelarono più efficaci. Le bombarde italiane infatti erano molto efficienti nell'espugnazione di fortezze grazie al loro potere devastante, ma lente nell'essere spostate e ricaricate. I francesi invece, che usavano palle di ferro in luogo delle pesantissime pietre, anche grazie alla trazione dei pezzi per mezzo di cavalli in luogo dei buoi, potevano agilmente spostare l'artiglieria e riposizionarla in breve tempo⁵.

Certamente, come osserva Cipolla, quanto rilevato dall'autore della *Storia d'Italia* sulla velocità

⁵ Cipolla riporta in proposito la citazione seguente di Guicciardini tratta dalla *Storia d'Italia*, vol.I, cap. II: «*Ma i francesi, fabbricando pezzi molto più espediti né dall'altro che di bronzo, i quali chiamavano cannoni, e usando palle di ferro, dove prima di pietra e senza comparazione più grosse e di peso gravissimo s'usavano, gli conducevano in sulle carrette, tirate non da buoi, come in Italia si costumava, ma da cavalli, con agilità tale d'uomini e di instrumenti deputati a questo servizio che quasi sempre al pari degli eserciti camminavano, e condotte alle muraglie erano piantate con prestezza incredibile; e interponendosi dall'un colpo piccolissimo intervallo di tempo, sì spesso e con impeto sì veemente percotevano che quelle che prima in Italia fare in molti giorni si soleva, da loro in pochissime ore si faceva: usando ancora questo più tosto diabolico che umano instrumento non meno alla campagna che a combattere le terre, e co' medesimi cannoni e con altri pezzi minori, ma fabbricati e condotti, secondo la loro proporzione, con la medesima destrezza e celerità*», in C. M. Cipolla, *op. cit.*, p. 14

dell'artiglieria francese è sempre relativo al tempo: fino alla metà del diciassettesimo secolo infatti l'artiglieria da campagna europea fu caratterizzata da scarsa mobilità e da scarsa potenza di fuoco. Verso la fine del sedicesimo secolo vennero tuttavia distinte la tipologia di artiglieria d'assedio e da campagna e gli artiglieri europei iniziarono a perfezionarsi su una mobilità che non interferisse sulla potenza di fuoco.

All'epoca non c'era una fabbricazione standardizzata, ogni pezzo era diverso, aveva una sua storia e anche un nome, così come le navi. L'inefficienza dei pezzi d'artiglieria è testimoniata da documenti che affermano il totale disordine e la metodologia di costruzione improntata più al capriccio dei singoli principi o generali o fonditori che alla razionalità⁶. Miglioramenti cospicui si ebbero solo nel Settecento avanzato.

Nel corso del Cinquecento si aggravò il problema di natura economica relativo al costo dei cannoni, che ebbe conseguenze anche sulla tecnologia. I cannoni in ferro, come si è già visto, erano scartati perché ritenuti a ragione poco efficienti. Quelli in bronzo però costavano troppo. Rame e stagno erano metalli costosi e più aumentava la richiesta di fabbricazione di cannoni, più saliva il costo del bronzo. Inoltre, la vita media di ogni pezzo era molto breve e questo indusse a sperimentare nuovi modelli di artiglieria che costassero meno.

Stati europei e armamenti

La parte più consistente della produzione di armi da fuoco prima del sedicesimo secolo proveniva dalle province meridionali dei Paesi Bassi, dalla Germania e dall'Italia. La qualità migliore era considerata quella fiamminga e tedesca, perché si riteneva che il lavoro di finitura venisse realizzato meglio dai nordici, più flemmatici e pazienti di spagnoli e italiani. Sino agli inizi del Cinquecento la produzione italiana serviva soprattutto al fabbisogno locale, mentre quella fiamminga e tedesca veniva anche esportata.

I paesi che acquistavano erano soprattutto Inghilterra, Portogallo e Spagna. Verso la fine del Quattrocento il **Portogallo** divenne un forte acquirente di cannoni, essendo l'espansione oltremare legata anche al possesso di pezzi d'artiglieria che l'industria interna non era in grado di soddisfare, nonostante i tentativi dei sovrani portoghesi d'impiantare una produzione *in loco* facendo venire materiali, artigiani e artiglieri dall'estero. La grande disponibilità di merci provenienti da Oriente e dall'Africa, come oro, avorio, spezie e pepe nero, rappresentava infatti un'ottima merce di scambio

⁶ *Ibidem*, p. 15

con i cannoni fiamminghi e tedeschi. Anche per effetto dell'esenzione da imposte doganali sulle armi, il Portogallo iniziò a dipendere sempre di più dall'importazione estera di armi, il che non fece che peggiorare la debolezza del paese, fino a che il crollo economico dei Paesi Bassi meridionali suoi principali fornitori comportò nella seconda metà del cinquecento un deficit di rifornimento di armamenti che si protrarrà anche nel seicento, compromettendo seriamente il mantenimento della sicurezza interna e dei possedimenti d'oltremare.

Analoga anche se anche se con caratteristiche più complesse la storia della **Spagna**. All'inizio di un'inaspettata espansione oltre oceano il paese aveva una produzione di artiglieria molto modesta. Gli artigiani erano per lo più produttori di campane e ferro battuto, che alternavano l'attività con la realizzazione di cannoni. Ciò poteva andar bene nel Medioevo, ma nelle nuove circostanze era limitativo. Vennero costruiti arsenali e fonderie a Medina del Campo, Malaga e Barcellona, ma il problema principale rimanevano la mancanza di manodopera specializzata e un serio coordinamento di politica economica e di concrete misure produttive, che si riscontrava del resto anche nella costruzione di navi.

La mancanza di una seria politica degli armamenti da parte della Spagna non è comunque tutta imputabile alla cattiva amministrazione. L'impero di Carlo V contava infatti, oltre a sterminati possedimenti nelle nuove terre, anche svariati stati in Europa. Era considerato naturale commissionare la fornitura di artiglieria ai centri di produzione delle Fiandre, dell'Italia e della Germania o che fonditori di tali paesi venissero inviati in Spagna. Il loro mantenimento sul posto avrebbe alla lunga favorito uno sviluppo tecnologico e un'industria locale, invece, cessate le esigenze momentanee, questi artigiani specializzati venivano rinviiati ai loro luoghi di provenienza, con una scelta che, se al momento sembrava essere una soluzione razionale, si rivelò nel lungo termine deleteria.

Nella seconda metà del sedicesimo secolo le guerre di religione e il malgoverno destabilizzarono il sistema economico dei Paesi Bassi meridionali. Solamente l'Italia avrebbe potuto avere una funzione di supplenza nel rifornimento di pezzi d'artiglieria alla Spagna, ma la nostra incapacità di stare al passo con il progresso tecnologico fece sì che il paese iberico si ritrovasse in uno stato di crisi, data l'aggravarsi della penuria dei pezzi d'artiglieria. Furono create nel 1611 le regie fonderie di Siviglia e anche officine di lavorazione del ferro in Biscaglia, ma complessivamente l'industria spagnola di armamenti non fu all'altezza delle esigenze del paese. Le colpe non sono imputabili solamente alla corona, ma anche all'inerzia dell'iniziativa privata. In completa opposizione a

quanto accadeva contemporaneamente in Inghilterra, Olanda e Svezia, la Spagna dipendeva infatti totalmente dall'esterno per l'approvvigionamento di ogni tipo di produzione industriale. E ciò in dipendenza proprio dalla sua ricchezza, dato che le immense quantità di oro provenienti dalle Indie si riversavano nel paese con grande facilità ma altrettanto facilmente ne uscivano, senza che venissero reimpiegate in iniziative imprenditoriali locali, come evidenziato dagli osservatori privilegiati dell'epoca, come l'ambasciatore veneziano Vendramin⁷.

L'**Inghilterra** degli inizi del sedicesimo secolo era considerata dagli europei un paese sottosviluppato. Tra Inghilterra e Galles vivevano solamente quattro milioni di persone, contro i dieci milioni della Francia e i sette della Spagna. La scarsa popolazione non era compensata da una maggiore produttività o da un reddito pro capite più elevato. L'arsenale militare inglese rifletteva questa inferiorità e, se è vero che l'abbandono della balestra come arma ufficiale solamente nel 1595 sembra appartenere più al racconto folcloristico che alla realtà storica, l'evoluzione tecnologica e produttiva inglese del quattordicesimo e quindicesimo secolo erano estremamente ridotte. Una delle ragioni essenziali, osserva Cipolla, è di aver posseduto miniere abbondanti di ferro di facile estrazione che vincolò gli inglesi alla lavorazione di tale minerale. Questo, che pareva un vantaggio, si rivelò uno svantaggio in quanto la lavorazione del ferro era meno progredita rispetto a quella delle leghe. Sulla fine del secolo quindicesimo sotto il regno di Enrico VII si raggiunsero alcuni miglioramenti tecnologici nella produzione di armi da fuoco per la presenza in territorio inglese di artiglieri francesi che lavoravano come fonditori. In precedenza, agli inizi del secolo, era stata tentata la fusione di pezzi d'artiglieria di ferro colato: non si hanno notizie riguardo alla qualità, ma tutto fa supporre che essa non sia stata molto soddisfacente.

Appena salito al trono, Enrico VIII si rese conto della debolezza delle armi del suo paese. Sia i cannoni di terra che quelli delle navi erano di vecchia fattura e ormai spossati. Vi era inoltre una sola fonderia di bronzo nella torre di Londra che non poteva certamente soddisfare le ambizioni del sovrano. Anch'egli, affascinato dai cannoni in bronzo utilizzati dagli spagnoli, si rivolse dunque alle fonderie di cannoni dei Paesi Bassi meridionali. Il fabbricante Poppenruyter fornì a re Enrico non meno di 140 cannoni in bronzo di vari calibri, comprese le dodici bombarde note come 'i dodici apostoli'. Le spese furono sostenute per vari anni grazie al tesoro accumulato dall'avarissimo padre, tesoro che però ben presto si dissolse. Diversamente dalla Spagna, l'Inghilterra non aveva miniere d'oro oltreoceano, ragion per cui il paese si ridusse a una situazione fallimentare e ciò alla vigilia della guerra contro la Francia (1543). Fortunatamente nella foresta di Ashdown, luogo tradizionale

⁷ *Ibidem*, p.19

di produzione di armi da fuoco per la vicinanza di miniere di ferro, la fusione del metallo anche se trascurata non era del tutto cessata. Enrico VIII, con una scelta che si rivelò di successo, ne affidò la sovrintendenza a William Levett, un parroco distintosi per la riscossione di tasse nel Sussex. Levett, assicurandosi i servizi di fonditori francesi e quelli del londinese Peter Baude, vero maestro nella fusione in bronzo, oltre che quelli di Ralph Hogge, abile artigiano esperto di metallurgia, produsse un discreto numero di cannoni. In pochi anni la produzione di cannoni in ferro fuso fu rilevante, dando l'avvio non solo a una svolta tecnologica in campo militare, ma anche alla prosperità della regione del Sussex.

Nel 1573 funzionavano nel paese nove fornaci, otto nel Sussex e una nel Kent che producevano annualmente un totale di circa 500-660 tonnellate tra cannoni e proiettili. Nel 1600 la produzione era raddoppiata. Rimane oscura la motivazione che permise agli inglesi di ottenere cannoni di ferro fuso che non esplodono. Si sono avanzate alcune ipotesi come quelle di Jenkins, secondo cui il ferro del Sussex era particolarmente adatto alla fusione, ma soprattutto che gli artigiani di quella regione avessero ideato qualche metodo migliore di foggare gli stampi secondo dimensioni adatte ai cannoni di loro produzione. Schuber conferma queste ipotesi facendo notare che i cannoni prodotti nel Sussex erano più lunghi e di calibro minore rispetto ai precedenti. Probabilmente è anche valida l'ipotesi di Wertime sulla presenza rilevante di fosforo, facilitante la fusione, nel minerale di ferro del Sussex⁸. Sta di fatto che questo successo tecnologico si rivelò importantissimo dal punto di vista economico, dato che l'aumento della fama della qualità produttiva inglese si tradusse in un rapido incremento della produzione di cannoni. Tecnici e armamenti inglesi furono da quel momento ricercati in tutta Europa.

Nella realtà i cannoni in ferro rimanevano più pericolosi di quelli in bronzo, come si evince dai registri dell'artiglieria dell'Archivio di Londra. Incidenti e fallimenti nei collaudi ne sono testimonianza. A parità di calibro, poi, i cannoni in ferro dovevano avere un maggior spessore, con un conseguente aumento di peso. Naturalmente costavano meno, circa tre o quattro volte rispetto ai cannoni in bronzo: gli inglesi erano così entrati nel mercato delle armi con un prodotto il cui costo inferiore compensava la qualità, che fu poi la politica economica cui essi si affidarono anche per altri settori produttivi, come per esempio quello dell'industria tessile. La praticità dei manufatti inglesi fu il loro tratto distintivo e vincente in termini economici. Basti pensare alla differenza tra i cannoni inglesi e quelli italiani o francesi, in cui l'esagerazione ornamentale andava a scapito non solo del prezzo, ma della stessa efficacia delle armi, come avvenne per le palle di cannone italiane

⁸ *Ibidem*, p.22

cesellate e decorate, contro ogni logica balistica. Lo scopo degli inglesi era che quanto prodotto fosse utile allo scopo. In Italia, invece, si tendeva a far emergere l'esigenza del bello a svantaggio del rendimento pratico.

Nonostante gli esperti europei disprezzassero la produzione inglese, i vantaggi economici l'ebbero vinta e i governi, ma anche i privati del continente divennero acquirenti affezionati del prodotto inglese, incrementando così una produzione ormai destinata alla scena internazionale oltre che a quella dell'isola. Nel 1567 la regina Elisabetta concesse a Ralph Hogge il monopolio dell'esportazione, che a detta dello stesso era continuamente violato da altri esportatori verso la Svezia, Danimarca, Olanda e Spagna. I cannoni in ferro erano soprattutto acquistati per le navi private grazie anche al loro basso costo. Per via dell'aumento della pirateria e del commercio marittimo inglese la richiesta privata divenne più importante di quella pubblica.

Con l'andar del tempo la maggior parte dei cannoni prodotti cominciò ad essere esportato e questo creò preoccupazione nei politici inglesi, allarmati dal fatto di favorire potenziali nemici. Nel 1574 Elisabetta emise un'ordinanza con cui limitava la fabbricazione dei cannoni a uso quasi esclusivo del regno che fu motivo di grande contrasto con i produttori di pezzi d'artiglieria, i quali vedevano ridursi gli introiti.

Si potevano comunque ottenere permessi d'esportazione, come quelli che riuscì ad avere Thomas Browne possessore della più grande fabbrica d'Inghilterra il quale vendeva circa metà della sua produzione in Olanda. In difetto di una licenza che non si poteva avere non era disdegnato il contrabbando e non furono rari i casi d'invio clandestino di pezzi d'artiglieria in Olanda, Danimarca, Spagna.

La situazione dei **Paesi Bassi** nel 1574 era assai drammatica. Da un lato le forze ispanico-cattoliche dall'altra i dissidenti protestanti. Il nuovo governatore spagnolo, Don Luis de Requesens, era favorevole a una linea diplomatica, ma il deteriorarsi della situazione lo spinse a rafforzare l'armamento. Furono inviate alle fonderie reali 35.000 libbre di rame ungherese e 2000 di stagno inglese, allo scopo di fabbricare almeno 38 cannoni. I costi di questi materiali però, condussero il governatore al limite della bancarotta. Per questo un ingente ordinativo fu inviato all'Inghilterra per i meno costosi cannoni in ferro. Fu però rifiutato per il divieto di Elisabetta all'esportazione, in particolare nei paesi cattolici. Il governatore si rivolse quindi a Liegi, capitale di un principato indipendente e neutrale, che aveva alle spalle una buona tradizione nella lavorazione del ferro. Non erano stati mai prodotti cannoni, ma palle in ferro e anche armi leggere. Nonostante i brevi tempi di

consegna concessi, sei mesi, il fabbricante Wathier Godefrin consegnò al governatore 300 cannoni e 46.000 palle da fuoco. I cannoni fallirono però il collaudo e gli spagnoli furiosi arrestarono il fabbricante richiudendolo nelle prigioni di Anversa.

Altri tentativi delle potenze continentali di eguagliare la tecnologia inglese fallirono parimenti: così fu per l'iniziativa di importare la tecnica del ferro colato in Spagna, sia per il rifiuto di artigiani inglesi di trasferirsi a causa del timore dell'inquisizione sia perché lo stesso tentativo fatto con mastri fiamminghi naufragò causa la forte perdita finanziaria.

Il tempo, afferma Cipolla, diede ragione ai fabbricanti e non ai politici inglesi.

La maggior forza motrice dello sviluppo continentale fu l'**Olanda**. Per via del bisogno crescente di cannoni per le guerre contro gli spagnoli, per la propria marina da guerra e per l'espansione d'oltremare, grazie alle ricchezze accumulate, gli olandesi poterono rifornirsi in gran quantità di cannoni inglesi, superando *l'impasse* del blocco posto dalla guerra contro la Spagna al rifornimento di armamenti di produzione dei Paesi Bassi meridionali.

Tra il 1560 e il 1600 gli olandesi importarono enormi quantitativi di artiglieria inglese: all'interno delle violazioni alle limitazioni imposte da Elisabetta, l'Olanda protestante rappresentava una nazione privilegiata dove esportare. La limitazione, come già detto, fu del resto elusa attraverso l'esportazione clandestina.

Quando però l'Inghilterra agli inizi del '600 accusò difficoltà nell'industria, anche gli olandesi ne risentirono. I cannoni iniziarono a scarseggiare nelle Provincie Unite e si ricorse ad armare le navi togliendo artiglieria dai bastioni delle cittadine. Fu creata un'industria locale, pubblica e privata. Fabbriche sorsero a Maastricht, Utrecht, Amsterdam, Rotterdam e a L'Aja.

Inizialmente la produzione si limitò all'artiglieria in bronzo, ma dal 1601 si intrapresero con successo grandi sforzi per ottenere cannoni in ferro colato simili a quelli inglesi. Fornaci vennero costituite anche in territorio tedesco con mastri fiamminghi e le tecniche iniziarono a diffondersi anche nelle aree europee non sottoposte all'influenza dell'Olanda. La produzione olandese si strutturò su una duplice organizzazione. In patria, grazie all'efficiente rete commerciale che consentiva un buon approvvigionamento di rame dalla Svezia e dal Giappone e di stagno dall'Inghilterra, venivano fusi pezzi in bronzo. All'estero, dove era più facile reperire carbone di legna e minerali ferrosi, si predisposero fabbriche di cannoni in ferro.

Un paese dotato naturalmente di minerali di rame, stagno e ferro in abbondanza, oltre che di foreste da cui trarre carbone da legna e di corsi d'acqua per l'energia idraulica e il trasporto merci, era la **Svezia**. Sotto Gustavo Vasa erano state aperte fabbriche di armi da fuoco, soprattutto nelle vicinanze delle miniere, nel tentativo di migliorare le tecniche e il livello produttivo. Una prima fase compresa tra il 1530 e il 1550 vide la produzione concentrarsi sui cannoni in ferro battuto; nella seconda fase tra il 1550 e il 1570, comparvero le prime fonderie in bronzo; la terza fase, dopo il 1570, vide lo sviluppo di fornaci per la fusione di cannoni in ferro colato. In pochi decenni, la Svezia realizzava quanto compiuto dal resto d'Europa sul lungo periodo.

Difficile stabilire l'efficienza o meno della produzione in ferro colato, pare però appurato che fosse abbastanza limitata nei numeri. L'ostacolo maggiore per gli svedesi era rappresentato da mancanza di capitale e di capacità imprenditoriale, per non parlare della scarsità di manodopera e dell'assenza di organizzazione commerciale per la vendita del prodotto.

Gli olandesi appoggiarono la produzione svedese in quanto la ritenevano un'ulteriore possibilità di approvvigionamento. Inviarono, infatti, manodopera e capitali e contribuirono durante il diciassettesimo secolo a rendere la Svezia uno dei fornitori più richiesti di pezzi d'artiglieria, che divennero necessari, oltre che per l'espansione coloniale olandese, anche per quella inglese, per le guerre ispano-olandesi e per la guerra dei Trent'anni. Durante questo periodo il paese scandinavo esportava annualmente un quantitativo pari all'armamento di una flotta navale intera o quantomeno a una mezza dozzina di squadre che contasse ognuna su più di 230 cannoni⁹. Alla fine del primo trentennio del '600 l'industria delle armi svedese aveva conosciuto un'evoluzione in grado di collocare il paese all'avanguardia nella fabbricazione degli armamenti europei.

Anche in **Germania** la produzione di artiglieria in ferro ricevette un notevole impulso dalla domanda olandese: alcune fonderie erano in funzione ad Asslar già dal 1604, mentre nel 1612 dei sei altiforni di Marsberg in Westfalia due erano in mano agli olandesi, che nel 1620 realizzarono cannoni in ferro. Gli olandesi erano anche i migliori clienti di Jean Mariotte, mercante originario di Liegi, che aveva avviato una florida produzione di artiglieria in ferro a nord di Coblenza. I progressi tedeschi furono però rallentati dalla guerra dei Trent'anni, la quale, se da un lato incentivò la domanda di armi, dall'altro provocò distruzioni e perdita di manodopera locale. Dopo il 1660 l'industria tedesca, concentrata soprattutto nella zona di Colonia, conobbe un notevole impulso e divenne concorrenziale con quella svedese, che ne risultò danneggiata.

⁹ *Ibidem*, p.31 e 64

Gli olandesi furono attivi anche in **Russia**, dove impiantarono alcune fonderie a sud di Mosca: tuttavia, per l'inesistente manodopera specializzata e per il fatto che vigeva ancora il sistema della servitù della gleba, i risultati in generale non furono molto soddisfacenti, nonostante gli incentivi governativi.

Le imitazioni dei cannoni inglesi non furono mai all'altezza di questi ultimi. All'inizio molte produzioni svedesi e francesi scoppiavano durante i collaudi. Certamente a sfavore dei cannoni non inglesi giocò la propaganda britannica, ma non si è lontani dal vero se si afferma che la concorrenza svedese o olandese era effettivamente di qualità inferiore. Del resto i prezzi di realizzazione erano minori. Gli olandesi badavano più al risparmio che alla qualità, principio cui si attennero per ogni altra attività produttiva e commerciale, da quelle tessili al commercio dei vini. Ciò fece sì che essi riuscissero a vendere i loro armamenti a un costo inferiore rispetto al già tirato prezzo inglese. Amsterdam divenne il principale mercato di armi d'Europa, soprattutto da quando cominciò a manifestarsi la crisi inglese dovuta al problema dell'approvvigionamento di combustibile. L'Inghilterra non era un paese ricco di foreste e ciò era significativo in un periodo in cui il combustibile era ancora il carbone di legna e non quello fossile di più tarda applicazione. L'isola era poi stata soggetta a diversi disboscamenti per il rifornimento dell'industria navale, delle costruzioni edili e dell'industria metallurgica, fatto che aveva destato vere e proprie lamentele nei confronti della regina Elisabetta. Nel secondo e terzo decennio del diciassettesimo secolo i cannoni in ferro inglese venivano ancora esportati, ma il commercio non era più redditizio. Dopo il 1630, quando la penuria di combustibile si acuì, gli inglesi dovettero ricorrere all'importazione di armi. Nel 1638 si ha notizia di diverse esportazioni di cannoni svedesi da Amsterdam verso l'Inghilterra nonostante la notoria inferiorità qualitativa del prodotto.

L'artiglieria in ferro, anche quella di miglior qualità, fu sempre considerata più scadente rispetto a quella in bronzo. I cannoni in ferro dovevano essere per motivi di sicurezza più pesanti di quelli in bronzo e ciò ne riduceva la mobilità, inoltre sulle navi il loro pesante carico ne comprometteva la stabilità. Stando così le cose non a caso l'ammiraglio olandese ordinò di sostituire, a partire dal 1621, i pezzi in ferro con quelli in bronzo, piani che però non andarono del tutto a buon fine per via degli alti costi. Nel 1626 l'ammiraglio inglese recuperò la tecnica utilizzata da John Browne, per alleggerire il peso dei cannoni in ferro che giunsero a pesare meno di quelli in bronzo. Alla fine del diciassettesimo secolo si può tuttavia dire che le bocche da fuoco in ferro costituivano l'artiglieria prevalente sulle navi sia della flotta governativa che di quella privata.

Un altro stato a dipendere dagli armamenti esterni fu la **Francia**, che, dopo i successi dei suoi fonditori nel periodo d'oro del 1450-1550, a causa di sperperi ingenti, delle guerre civili e di una totale confusione organizzativa, non riuscì ad avviare un'industria bellica sufficiente. Le lotte tra i vari gruppi di potere e la mancanza di una qualunque politica di sostegno da parte dell'amministrazione centrale causarono anche l'abbandono del paese da parte della manodopera specializzata, che, spesso a causa delle persecuzioni religiose, preferì rifugiarsi in luoghi più sicuri, dando il colpo finale alla morente industria degli armamenti nazionali.

Durante il governo di Richelieu il paese fu profondamente ristrutturato e anche la marina da guerra fu interessata da una massiccia ricostruzione. Non fu così, però, per il settore degli armamenti. Nonostante modestissimi tentativi di sviluppare la fabbrica di cannoni di Brouage e quella di Le Havre, il Cardinale perpetuò la tradizione della dipendenza dall'estero, rivolgendosi soprattutto al mercato di Amsterdam con propri agenti che acquistavano pezzi in bronzo, moschetti, ancore e polvere da sparo.

La guerra dei Trent'anni provocò ulteriori ondate migratorie di operai specializzati. L'iniziativa privata era inerte e la nobiltà e il clero non si interessavano all'industria, contrariamente a quanto avveniva in Inghilterra e in Olanda. Fu Colbert intorno al 1666 a cercare di mutare questo andamento, stimolando una politica del riarmo che passasse attraverso prodotti francesi e non esteri. Colbert favorì lo sviluppo dell'industria bellica con la fabbricazione di cannoni in ferro, economici e facilitati dalla ricchezza di minerale ferroso presente in Francia. Egli ovviò alla mancanza di tecnici incoraggiando l'afflusso di maestranze estere; inoltre preferì la creazione di grandi industrie, rispetto alle piccole. Concepì la nascita di un'industrializzazione generale francese come un fatto organico. La sua particolare meticolosità e ostinazione sembrò avere la meglio, ma il risultato nel campo degli armamenti fu una serie di fallimenti misti a qualche successo. In realtà, i motivi degli insuccessi furono determinati dall'essere, l'uomo, in anticipo sui tempi. Le scarse conoscenze chimiche dell'epoca non avevano infatti ancora determinato la positiva funzione del fosforo sulla fusione e quella negativa dello zolfo e nemmeno che il minerale proveniente dal Périgord era adatto alle tecniche di fusione dell'epoca, mentre non lo era quello presente nel Nivernais.

Se Colbert ebbe collaboratori efficienti sul piano economico, non era però sostenuto da forze sociali in grado di cooperare con le sue iniziative. La nobiltà era infatti assai arretrata per i tempi e il terzo stato non era ancora attivo. La situazione andò peggiorando fino al 1730-40. Fu solo a partire dalla seconda metà del diciottesimo secolo che la Francia fu in grado di rovesciare questa

situazione, potendo anche dotarsi di un'efficiente industria degli armamenti.

Evoluzione tecnologica fra quattrocento e seicento

Verso la metà del diciassettesimo secolo, l'industria bellica europea e il potenziale del continente erano profondamente mutati rispetto ai due secoli precedenti. Fecero la comparsa sulla scena cannoni in ferro colato ormai efficienti, il che consentì all'Europa di aumentare il proprio arsenale militare a costi relativamente bassi, mentre i progressi nella commercializzazione permettevano una redistribuzione e un uso migliore delle risorse. La Svezia era probabilmente il paese maggior produttore di cannoni in ferro, seguita dall'Inghilterra. Altre aree produttive erano la Biscaglia in Spagna, la Germania occidentale, la regione di Tula in Russia e il Périgord francese, le quali però, messe insieme, non superavano la produzione svedese e inglese. Apparvero anche i primi cannoni in cuoio, che si rivelarono però poco pratici e inefficienti. Nel 1629 la fonderia reale di Stoccolma produsse il primo *regementsstycke*, un pezzo leggero che poteva sparare tre colpi nello stesso tempo necessario a un moschettiere per spararne uno solo. Questo determinò un ulteriore spostamento di peso a favore dell'Europa.

I maggiori progressi nel corso del XVII secolo furono nel campo dell'artiglieria da campagna, che era sempre stata il punto debole della produzione europea. Le conseguenze si videro subito, sia nei conflitti tra gli stati europei che nell'espansione coloniale. La superiorità tecnologica europea conobbe un balzo eccezionale, che, dopo la prima ondata espansionistica del secolo quindicesimo, portò il vecchio continente a posizioni di supremazia economica e politica contro le quali nulla poterono i popoli extraeuropei, anche perché si verificarono progressi fondamentali nella tecnica delle costruzioni navali e in quella della guerra marina.

Le marinerie furono le prime a utilizzare massicciamente l'artiglieria. Sulle navi non si verificavano i problemi relativi alla mobilità e alla velocità di fuoco. Già a partire dal quattordicesimo secolo le navi spagnole e le galere genovesi erano dotate di armi da fuoco. Per molto tempo i cannoni delle navi furono impiegati soprattutto per colpire i marinai nemici e non per l'affondamento delle navi. Persisteva infatti ancora la tecnica dell'arrembaggio e del combattimento uomo a uomo. L'accerchiamento delle navi nemiche e il conseguente speronamento erano il presupposto per lo scontro all'arma bianca.

L'apparizione dell'artiglieria sulle navi europee, osserva il nostro economista, coincise con alcune novità, come i più stretti contatti tra marineria mediterranea e nordica che favorirono l'adozione del timone unico posteriore e la diffusione nel Mediterraneo della cocca, imitazione della *Kogge* nordica. Quest'ultima aveva un albero di maestra fornito di una grande vela quadra e un timone di poppa mentre la cocca aveva anche un albero di poppa dotato di vela latina. L'adozione del timone unico, a poppa, alla "navarresca" permise una maggior manovrabilità e velocità delle navi, consentendo anche un aumento di stazza e la navigazione in mare aperto¹⁰. Altri elementi importantissimi per quest'ultima furono il diffondersi dell'uso della bussola e lo sviluppo della cartografia nautica. Inoltre un elemento costrittivo come la penuria di mano d'opera dovuta alle epidemie del quattordicesimo secolo che rese difficile il reclutamento di rematori per le galere costituì un incentivo per rinvenire nuove forme di "energia motrice", imponendo un cambiamento di rotta verso l'energia eolica. Questi progressi, osserva Cipolla, furono essenzialmente empirici e fortuiti, ineguali e non sistematici, costellati di esperimenti riusciti ma anche di altri inconcludenti. Giocarono tuttavia un ruolo fondamentale per l'espansione europea.

Secondo l'autore, semplificando, i principali elementi dell'evoluzione della nave a vela furono: lo sviluppo della velatura con il passaggio dalla nave a un albero a quella a tre alberi; l'aumento del tonnellaggio delle navi mercantili; il maggior impiego di artiglieria a bordo. Tutto questo fu il risultato dell'incontro e dell'unione di tradizioni navali diverse, quella nordica e quella mediterranea. Si può tranquillamente affermare che tanto la caravella che la caracca non sono di un tipo o dell'altro, ma il risultato di una perfetta combinazione.

La caracca era una nave tonda a tre alberi con vele di maestra e di prua quadrate e quella di poppa triangolare. Le vele con il passar del tempo tempo divennero sempre più grandi e così le caracche, che giunsero alla fine del sedicesimo secolo ad avere fino a 2.000 tonnellate di portata. La caravella, forse di origine araba, con vele latine su due o tre alberi, prua arrotondata e poppa piatta era una nave molto agile e veloce. Essa permise l'esplorazione della costa atlantica africana e con i viaggi oceanici aumentò di dimensioni e fu dotata di vele quadre in modo da sfruttare al meglio l'energia eolica.

Se le differenze tecniche tra Mediterraneo e Nord Atlantico si livellarono tra il 1250 e il 1450, dopo la metà del '400 emersero disparità di atteggiamenti riguardo alle navi da utilizzare in combattimento. Le forze mediterranee, come la Repubblica di Venezia, ma anche Genova, la Turchia, il Sovrano Ordine di Malta continuarono a privilegiare la galera o l'evoluzione di essa, la

¹⁰ *Ibidem*, p.42

galera grossa, rispetto alla nave tonda. Questa tradizione navale era di derivazione romana, epoca in cui esisteva una sorta di divisione del lavoro tra ‘nave lunga’ fornita di remi, la galera appunto, destinata alla guerra e la nave tonda a vela utilizzata come legno mercantile.

Le galere furono dapprima armate con pochi cannoni, ma vennero via via caricate maggiormente, fino a montare verso il XVI secolo svariati pezzi con una notevole potenza di fuoco. Tra marinai, artiglieri e ufficiali, una galera aveva un contingente che poteva arrivare fino a circa 400 uomini. Il combattimento in mare veniva ancora concepito, però, come un prolungamento sull’acqua di quello a terra e questo ne fece il punto debole rispetto alle marinerie atlantiche. La galera inoltre, non poteva, causa il basso pescaggio e la necessità di rifornimenti frequenti di acqua e viveri per il numeroso equipaggio, avventurarsi in mezzo alle correnti atlantiche.

Furono forse gli inglesi ad adattare la nave tonda utilizzata per scopi mercantili a quelli militari. Enrico VII fece costruire due velieri carichi di cannoni nel 1487, il *Regent* e il *Sovereign*. Re Giovanni II del Portogallo, che fu appassionato ed esperto di armi, riuscì a far piazzare sui suoi velieri cannoni che sparavano palle capaci di viaggiare a pelo d’acqua e che facilmente potevano colpire nello scafo le navi nemiche. Gradualmente, sostituendo i rematori con le vele e i balestrieri con i cannoni, si compì la sostituzione di energia umana con quella eolica e chimico-fisica e fu allora che i velieri europei iniziarono minacciosamente a fare la loro comparsa sui mari più lontani.

In un primo tempo i cannoni venivano posizionati sui velieri sui ponti di coperta e sui castelli di poppa e prua. All’inizio del XVII secolo fu introdotta l’apertura dei portelli nello scafo, che permise di piazzare cannoni su più piani e in maggior numero, garantendo anche una maggior libertà di movimento dei marinai in coperta. Non solo cannoni sul ponte di coperta o sui castelli, ma anche sottocoperta nel cosiddetto ponte di batteria. Un’altra innovazione fu il posizionamento dei cannoni su affusti mobili, che accompagnando il rinculo, permettevano una maggior stabilità della nave e sicurezza per l’artigliere.

L’inglese *Harry Grace à Dieu* fu un prototipo sensazionale per il tempo, montando non meno di 184 cannoni: esso fece colpo e fu presto imitato con la fabbricazione in altri paesi di navi similari. Eppure, l’ago della bilancia propese verso le più leggere caravelle portoghesi, agili e veloci, mentre i grandi velieri erano divenuti più che altro una sorta di fortezze galleggianti. Per conciliare grandezza e agilità i tecnici navali giunsero alla realizzazione di un equilibrio che si manifestò nel galeone, che poteva essere sia nave da guerra che legno mercantile. Il galeone derivava in parte le sue linee basse dalla galera, ma possedeva elementi dei velieri. Pur essendo un’invenzione con

grande probabilità spagnola, coloro che ne trassero maggiore vantaggio furono gli olandesi e gli inglesi.

A un certo punto di questa storia della conquista dei mari, i popoli del Mediterraneo rimasero indietro. Pochi furono pronti a considerare l'adozione dei nuovi tipi di nave, mentre molti rimanevano ancorati alle antiche tradizioni, dimostrando di non voler cogliere i difetti della galera. Nel Mediterraneo poi, le condizioni atmosferiche non facilitavano la sperimentazione delle teorie nordiche per ovvii motivi. Con l'arrivo dei galeoni nordici nel Mediterraneo, a Venezia s'intavolarono lunghe discussioni su come tener testa agli intrusi. I conservatori continuarono a sostenere la forza delle galee come principale unità di combattimento e risultarono essere la maggioranza. Nel 1608 si decise di costruire un galeone, ma ne venne fuori una goffa fortezza galleggiante. Non essendoci una tradizione né alcun miglioramento della tecnica costruttiva, Venezia rimase nettamente indietro. Per resistere a un attacco spagnolo, nel 1616-19 dovette far appello a Inghilterra e Olanda, che arrivarono nel Mediterraneo per proteggere, scrive Cipolla, quella che nei secoli era stata la maggiore potenza marittima d'Europa.

Grazie alla sua posizione sia atlantica che mediterranea, la Spagna riuscì a conciliare le tecniche navali realizzando potenti flotte e convogli che tennero testa a inglesi e olandesi per decenni. Tuttavia la tradizione mediterranea era dura a morire e causò non pochi insuccessi alla marineria della potenza iberica. Come si è osservato, la sconfitta dell'Armada nel 1588, fu dovuta in parte all'incapacità di abbandonare totalmente la concezione mediterranea della guerra navale. In parte ciò va corretto, afferma Cipolla, ma c'era del vero soprattutto nella tendenza a sovraccaricare le navi di soldati in omaggio alla tattica dell'arrembaggio e alla rinuncia delle grosse galee mosse a remi.

Gli esperti italiani continuavano ad affermare che il compito della marina da guerra non poteva essere quello di colpire da lontano il nemico e che lo speronamento e l'abbordaggio rimanevano lo scopo principale. In modo difforme inglesi e olandesi impararono ad affidarsi completamente alla manovra a vela e alla bordata. Costruendo legni leggeri, veloci, agili e manovrabili potevano aggirare e colpire fuggendo le grandi navi spagnole. In sintesi, all'interno dell'Europa, osserva il nostro, prevalsero quei paesi che impiegarono in maniera più efficiente vele e cannoni. L'era dell'energia umana s'era chiusa e aveva lasciato il posto all'età delle macchine.

Artiglierie e arsenali fuori d'Europa

Prossimi all'Europa, i musulmani ebbero modo di conoscerne ben presto le armi d'artiglieria, adottandole essi stessi. Nel 1331 il re saraceno di Granada Maometto IV attaccò Orihuela e Alicante molto probabilmente usando cannoni. La nuova tecnica bellica passò dalla Spagna all'Africa settentrionale e in Medio Oriente nella seconda metà del quattordicesimo secolo. Come precedentemente indicato, l'artiglieria del '400 aveva efficacia soprattutto negli assedi contro le fortificazioni e ciò attirò l'interesse dei turchi. In campo aperto infatti gli eserciti musulmani erano all'epoca predominanti. La loro superiorità indiscussa sugli occidentali si basava sulla maggiore entità delle forze, sulla disciplina e sulla grande mobilità della cavalleria leggera. Contro mura e fortezze i cavalieri musulmani poco potevano e nell'artiglieria d'assedio trovarono l'elemento che mancava ai loro eserciti. La velocità nell'apprendere la nuova tecnica fu notevole, ma essi non riuscirono ad andare oltre lo stadio iniziale: infatti non furono mai in grado di trasformare l'artiglieria in arma da campagna. I mamelucchi provarono a caricare cannoni leggeri su cammelli e i turchi ottomani ad usarne in assedi nel Cosovo e a Mohac, ma con scarso risultato.

Del resto si rileva un'evidente riluttanza da parte dei musulmani a impiegare artiglieria in battaglie di movimento, oltre che per una certa incapacità, per ragioni di gerarchia sociale e organizzative. In campo aperto essi non avvertivano l'esigenza dell'utilizzo di artiglieria, vista la propria superiorità e la scarsa efficienza dell'artiglieria europea del periodo tra il 1300 e il 1500. L'esercito musulmano si basava sulla supremazia della cavalleria che rispecchiava anche l'intero sistema di vita delle classi sociali, in particolare presso i mamelucchi. La società mamelucca era prettamente feudale, quindi non c'è da meravigliarsi se la cavalleria ne rappresentava il fulcro. Nessun mamelucco avrebbe rinunciato al suo cavallo per essere trasformato nella condizione umiliante di fante. L'artiglieria fu affidata a schiavi negri, individui la cui unica possibilità di avanzamento era di essere evirati e di far parte del corpo degli eunuchi.

Gli ottomani furono meno conservatori, infatti, il loro corpo d'eccellenza era rappresentato dalla fanteria giannizzera. Presto questo corpo fu dotato di fucili e ciò rappresentò uno dei motivi principali della vittoria sui mamelucchi. In ogni caso, però, anche gli ottomani consideravano prevalente la casta dei cavalieri e ostacolarono in maniera decisiva la diffusione dell'artiglieria da campagna, non invece quella per le operazioni d'assedio. Osserva l'autore che addirittura qualcosa d'istintivo e primordiale guidava l'utilizzo dell'artiglieria da parte dei turchi discendenti dai nomadi delle steppe negli assedi contro le città nemiche. Erano ossessionati dalla volontà di costruire

soprattutto cannoni giganteschi capaci di lanciare enormi palle di pietra. Ne furono esempi i cannoni commissionati dal sultano Maometto per la presa di Costantinopoli a un occidentale, un certo Orban, un ungherese che si vendette per denaro consegnando un primo cannone di dimensioni immense che andò a colpire con una palla gigantesca una galera veneziana affondandola e poi un secondo pezzo, la *Mahometta*, molto più grande, che lanciava palle di pietra di circa mille libbre e veniva spostato con l'utilizzo di un numero di buoi da 60 a 140, mentre per manovrarlo occorrevano 100 uomini. I cronisti dell'epoca riportano che il suo rumore era talmente forte che faceva abortire le donne incinte. Il cannone si rivelò un vero fallimento: già al secondo giorno d'assedio s'incrinò e al quarto andò completamente fuori uso. I pezzi d'artiglieria più piccoli funzionarono invece egregiamente e Costantinopoli, infine, fu presa.

L'episodio dei cannoni di Orban, vero o falso che sia, contiene però due nuclei di verità. Il primo è che il costruttore di cannoni era un europeo. Dimostrazione che, nonostante i turchi possedessero loro fonditori, preferivano quelli occidentali perché ritenuti migliori. La tecnica dei turchi era ancora lontana da quella imitata. L'altro punto importante è la comprovata ossessione dei turchi per i cannoni giganti. Nel 1867 il sultano turco Abdul Aziz inviò in regalo alla regina Vittoria un cannone del quattordicesimo secolo. Pur non essendo uno dei più grandi pezzi costruiti, è chiaramente enorme ed ancora oggi lo si può ammirare nella Torre di Londra.

I turchi possedevano molte miniere di rame in Anatolia e numerosissimi schiavi per l'estrazione del minerale. Per ovviare al problema del trasporto, fecero fondere i cannoni direttamente vicino alle operazioni di guerra. La loro esagerazione nella grandezza dei cannoni non fece mai ammettere loro la scarsa efficienza degli stessi. Così, anche nel diciottesimo secolo, a fronte dei mutamenti e dei progressi occidentali, essi continuavano a insistere nell'errata strada intrapresa. Nel 1807 una squadra inglese che tentava di forzare i Dardanelli vide passarsi sulla testa delle enormi palle di pietra sparate dai cannoni turchi a difesa dello stretto. Anche i fabbricanti occidentali avevano in passato sognato la realizzazione di cannoni giganti, ma mentre i turchi facevano costruire la *Mahometta*, gli europei avevano già da parecchio tempo invertito la tendenza. I turchi non riuscirono a rendersi conto di questa innovazione, continuando a concentrarsi sull'artiglieria d'assedio e facendosi superare dagli europei sia nella produzione che nell'uso di artiglieria da campagna. In un primo tempo e nella fase rudimentale la tecnologia europea non decretò una supremazia bellica, ma con l'avvento del *regementsstycke* svedese le differenze si resero manifeste. L'artiglieria turca rimase terribile nell'aspetto, ma fu sconquassata da quella leggera degli occidentali.

Nel diciassettesimo secolo l'equilibrio di forze su terraferma si spostò definitivamente a vantaggio degli europei. Sui mari tutto ciò era avvenuto un secolo prima. Il 7 ottobre 1571, a Lepanto, la flotta cristiana composta da 208 galere, tra cui 6 immense galeazze, si scontrò contro la flotta turca di 250 galere. Dopo un combattimento di tre ore ben 80 galere turche furono affondate, 130 catturate e solo 40 riuscirono a fuggire. I turchi possedevano tuttavia forze sufficienti per ricostruire una flotta e dopo alcuni mesi la portarono a compimento.

Per gli storici occidentali Lepanto fu una vittoria senza conseguenze, che, al di là della spettacolarità e dell'esaltazione con cui l'accosero e la propagandarono gli europei, si rivelò una battaglia anacronistica per entrambe le parti, legate a tecniche tradizionali superate. Combattuta con galere e abbondanza di speronamenti e abbordaggi, quando nuovi tipi di navi e armi aprivano nuovi orizzonti nella navigazione esplorativa e in guerra, fu una sconfitta di tutti. Anche dell'occidente, di cui mise in evidenza le spaccature, tra spagnoli e veneziani e tra spagnoli e inglesi e olandesi.

Le vittorie portoghesi sui musulmani nell'Oceano Indiano sono meno conosciute ma non per questo meno importanti, anzi. Quando Vasco da Gama arrivò a Calcutta, i musulmani si accosero che la nuova presenza minacciava l'equilibrio delle forze. Nel 1507, una flotta con 15.000 uomini salpò dall'Egitto allo scopo di sterminare i portoghesi. Questi ultimi, invece, li sconfissero a Diu nel 1509 e nonostante ripetuti attacchi degli egiziani, si affermarono definitivamente come potenza nell'Oceano Indiano. Secondo alcuni la sconfitta musulmana fu dovuta alla mancanza di legname per la fabbricazione di navi. In realtà, i musulmani riuscirono a sopperire trasportando legname da altre zone, se pur con difficoltà. Durante il sedicesimo secolo armarono più di una flotta imponente nel Mar Rosso, ma fu uno scacco dopo l'altro. La ragione vera del loro insuccesso stava nell'utilizzo di tecniche ormai superate da tempo. Turchi, veneziani e Sovrano Ordine di Malta non si resero conto della rivoluzione navale in atto e rimasero fermi a tecniche medievali quando l'età moderna era iniziata. Continuarono a utilizzare sulle navi cannoni e vele, conservando la vecchia tattica dello speronamento e dell'abbordaggio attraverso l'uso delle galere. Anche nell'Oceano i musulmani combatterono alla stessa maniera impiegando galere per le varie fasi della battaglia. Anche qui combatterono come avevano fatto a Lepanto. I portoghesi, invece, pur utilizzando delle galere, sfruttarono principalmente la forza del veliero oceanico, avendo la meglio in un mare diverso da quello piccolo e chiuso come il Mediterraneo. Non a caso, portoghesi e olandesi non riuscirono mai a insediarsi nel Mar Rosso che aveva caratteristiche simili al Mare Nostrum. In aperto Oceano, per le galere non c'era storia, mentre i velieri armati di cannoni avevano la supremazia.

Fu verso la fine del sedicesimo secolo che i turchi impararono a utilizzare velieri oceanici, soprattutto nelle scorrerie barbaresche sulla costa nordafricana. Anche i portoghesi impiegavano nelle loro flotte delle galere, ma si basavano principalmente sul veliero oceanico. Per quanto riguarda l'Impero turco, questo non riuscì mai a recuperare il tempo perduto, mentre la tecnica navale occidentale progrediva sempre più rapidamente.

Compiuto l'aggiramento dei musulmani, gli europei si trovarono davanti popolazioni assai diverse, che andavano da quelle primitive dell'Africa e dell'America, a quelle asiatiche a uno stadio di civiltà progredito. I primi non avevano mai visto armi da fuoco: afferma Cipolla che, parafrasando Paolo Giovio, si può dire che il rumore dell'artiglieria bastò per convertirli al cristianesimo¹¹. In Asia la situazione era assai diversa. Secondo una tradizione cinese la polvere da sparo fu scoperta in Cina, per spaventare gli shan-sao, piccoli esseri di forma umana alti poco più di un piede. Di certo c'è che già nei secoli VII e VIII d.C. alchimisti, medici e artigiani cinesi, per scopi diversi, lavoravano a miscele dalle quali derivò la polvere da sparo. Nel decimo secolo essa era utilizzata in medicina, per la fabbricazione di fuochi d'artificio e per scopi bellici. I cannoni in metallo, sia in India che in Cina fecero la loro comparsa dopo molti esperimenti in cui veniva usata polvere da sparo tramite razzi, missili, proiettili incendiari e cannoni fatti con canne di bambù. La discussione sull'originalità e sulla collocazione temporale delle armi cinesi è tuttora aperta, ma quel che è certo è che già prima del quattordicesimo secolo i cinesi conoscevano l'artiglieria. Dalla Cina la conoscenza della polvere da sparo si diffuse in Corea, Giappone, Giava e altre regioni asiatiche. In India, negli anni successivi al 1360 è attestato che venivano usati cannoni nel Deccan. In particolare il sultano Muhammad Shah realizzò una fabbrica di cannoni e un vero e proprio dipartimento di artiglieria, a capo del quale pose Magarrab Khan, figlio di Safdar Khan di Seistan, un nobile fedele. Alle sue dipendenze mise dei turchi e degli europei grazie a i quali realizzò un grande arsenale. La presenza di turchi non è improbabile probabile, per la grande influenza che essi avevano in India nel XIV secolo. Sono noti impieghi di cannoni nelle battaglie di Malwa nel 1421 e nel bombardamento di Mandalgash nel 1457. Nella seconda metà del secolo il sultano Mahmud Beghra aveva cannoni da campagna e d'assedio e artiglieria montata su navi.

Circa la propagazione e i progressi delle tecnologie in Oriente necessitano indubbiamente ulteriori ricerche per chiarirne i dettagli. Sembra comunque certo che in Asia l'artiglieria fosse conosciuta precedentemente all'arrivo dei portoghesi. Probabilmente i cannoni cinesi già agli inizi del '400 erano di qualità tecnica eguale se non migliore rispetto a quella dei cannoni occidentali.

¹¹ *Ibidem*, p.86

Nel corso del quindicesimo secolo, però, i progressi europei fecero notevoli passi avanti e l'artiglieria navale lusitana apparve come qualcosa di totalmente nuovo e inatteso, ciò che le concesse un notevole vantaggio sulle popolazioni asiatiche. All'arrivo di Vasco da Gama a Calicut, l'artiglieria portoghese era notevolmente superiore a qualsiasi cannone costruito in Asia. L'arrivo dei portoghesi suscitò ovunque molta meraviglia e timore. Quando giunsero in Cina, la fama dei loro cannoni li aveva preceduti. Nel 1517, Fernão Peres, entrando nel porto di Canton, sparò una salva di cannone per salutare, ma suscitò grande paura nella popolazione e le proteste dei mandarini che non concepivano un gesto di 'cortesia' effettuato tramite un'arma. In ogni caso, i portoghesi venivano considerati invincibili grazie alle loro navi e alla potenza dei loro cannoni. Il rombo dell'artiglieria europea suscitò negli asiatici l'incubo di gente strana e violenta che con la minaccia di armi potenti veniva a interferire con le loro vite. Ci si interrogò per svariati secoli se combattere o arrendersi a questi diavoli stranieri dal lungo naso¹² o se troncane per sempre ogni rapporto con loro in un impossibile isolamento. Ogni risposta comportava la resa e la sola alternativa era la morte.

La corsa agli armamenti con la conseguente necessità di acquistare cannoni divenne determinante. L'artiglieria costituì una potente merce di scambio per conquistare i favori di un governante o una dote preziosa. Un poema giavanese parla di un principessa venduta a un olandese per tre pezzi d'artiglieria.

Gli europei naturalmente non vedevano con favore il fatto che venissero dati pezzi d'artiglieria agli asiatici, ma a volte scambiarono tale merce per ottenere privilegi per i loro commerci. Alcuni europei particolarmente preoccupati di accumulare denaro furono disposti a vendere qualunque cosa in cambio di pepe, ma nel complesso l'esportazione di cannoni europei in Asia rappresentò una frazione insignificante della produzione europea.

Peraltro, gli stessi asiatici non gradivano di dipendere dagli europei riguardo agli armamenti e per questo realizzarono fonderie in proprio. Gli europei dal canto loro si opponevano alla cessione di tecniche. I portoghesi punivano severamente coloro che insegnavano agli asiatici l'arte della produzione di artiglieria. Persino il primo Concilio Ecclesiastico Provinciale tenutosi a Goa nel 1567 decretò la proibizione per i portoghesi di prestare artiglieria a musulmani e indù che l'avevano richiesta per celebrare le loro feste religiose. Anche gli olandesi risposero ai giapponesi che non avrebbero potuto insegnare loro le tecniche di fabbricazione, in quanto avrebbero creato svantaggi nei propri riguardi. Inoltre a Batavia spostarono una fonderia in una località interna al locale

¹² *Ibidem*, p.88

castello, per timore di imitazioni delle tecniche da parte di eventuali concorrenti asiatici. Nel 1645 ci si rimproverava di aver impiantato una fabbrica olandese di cannoni a Nagasaki e si considerava l'opportunità di rivedere la cosa. In ogni caso gli asiatici trovarono sempre qualche europeo disposto a istruirli.

Ludovico Varthema, scrittore e viaggiatore italiano vissuto a cavallo tra la fine del quindicesimo e l'inizio del sedicesimo secolo, riferisce ad esempio di due milanesi fuggiti dai portoghesi al loro arrivo a Cocin, i quali, assoldati dal re di Calicut, erano stati costretti a fabbricare almeno 300 o 400 bocche di fuoco. Spinti dal rimorso e dalla nostalgia, i due provarono a fuggire, ma furono presi e linciati. Altri fonditori europei prestarono volontariamente la loro opera. Nel 1505 furono quattro veneziani a raggiungere il Malabar per fabbricare cannoni. Nel 1649, gli olandesi dovettero cedere alle richieste dei giapponesi e il cannoniere Scahedel e altri tre artigiani furono inviati a Yedo, dove insegnarono come fabbricare artiglieria.

In Cina, i gesuiti elargirono le loro conoscenze in cambio dell'apertura di missioni, anche se già dal 1522 i cinesi fabbricavano *fo-lang-ki*, cioè cannoni di fattura portoghese secondo la denominazione locale. Intorno a quell'anno due cinesi imbarcati su navi portoghesi avevano disertato offrendo le tecniche acquisite all'Impero celeste. Nonostante tutto non si registrarono significativi progressi nella fabbricazione di cannoni fino all'arrivo dei gesuiti. Nel 1622, fu proprio un gesuita, il matematico italiano padre Giacomo da Rho, a guidare la difesa di Macao contro gli olandesi. Centrando il deposito di polvere da sparo olandese con un fortunato colpo di cannone, disorientò significativamente il nemico durante l'attacco. Sempre a Macao, i gesuiti, durante un aspro diverbio con l'ordine dei domenicani, aiutarono i cannonieri cinesi a tirare contro il monastero di San Domenico. Alla fine del diciottesimo secolo gli inglesi testimoniarono che si sentiva ancora parlare in Cina di due gesuiti che avevano insegnato le arti della fabbricazione dei cannoni. Significativo quanto scrisse il dr. Chiang: 'Budda giunse in Cina a cavallo di elefanti bianchi, Cristo sopra palle da cannone'¹³.

Qualche progresso nella fabbricazione di cannoni da parte dei cinesi avvenne dopo il loro contatto con i portoghesi, ma fu notevolmente lento. Le testimonianze di missionari come padre Martin de Rada o padre Matteo Ricci attestano la scarsità dell'artiglieria cinese. Anche un testo cinese ammetteva che i *Fo-lang-ki*, gli stranieri europei, erano in grado di utilizzare armi da fuoco con notevole perizia ed efficienza, mentre per i cinesi era frequente farsi saltare dita o arti durante l'esplosione. Nel 1624 un testo militare cinese loda la potenza e la grandezza di una bocca da fuoco

¹³ *Ibidem*, p. 92

più grande e maneggevole di quella dei portoghesi. Il cannone *fak'uang* utile soprattutto per prendere d'assedio fortezze viene osannato assieme ad altre armi da fuoco spesso bizzarre e svariate, ma la realtà è che ancora nel diciassettesimo secolo, l'artiglieria cinese era scarsa e scadente. La Cina perse irrimediabilmente tempo rispetto all'Occidente.

Non è facile stabilire le ragioni dell'incapacità cinese di produrre artiglieria efficiente, soprattutto se pensiamo ai contatti con i portoghesi e all'assistenza elargita dai gesuiti. Anche per quanto riguarda le materie prime non si può parlare di difficoltà di accesso per i cinesi. Le vere ragioni non sono quindi tecniche, ma soprattutto di natura socio-culturale. I cinesi erano assai orgogliosi culturalmente e la Cina dei Ming Ch'ing era uno stato confuciano e fisiocratico, in cui gli artigiani erano pochi e non erano ben visti. Anche la domanda non era tale da giustificare lo sviluppo delle tecniche occidentali. La corte imperiale era impegnata a perpetuare l'amore per le lettere e il gusto ornamentale e poca attenzione era rivolta all'ambito militare.

Anzi, temendo le numerose incursioni di banditi e le insurrezioni interne, la corte imperiale si adoprò strenuamente per limitare il diffondersi della conoscenza delle armi da fuoco. Nonostante le mura delle città fossero dotate di cannoni, questi venivano ben nascosti agli occhi della gente. Un altro punto di debolezza fu il timore di aprirsi alle tecniche straniere. Non era ammissibile che i 'barbari' fossero più progrediti dei cinesi.

La possibilità che una tale idea potesse insinuarsi nella gente era considerata più pericolosa della stessa dinamite. C'erano poi invidie e diffidenze verso qualche 'barbaro' che era stato capace di conquistarsi la fiducia a corte. Ci furono anche tentativi da parte di alcuni esponenti della nobiltà cinese di utilizzare cannoni portoghesi. Nel 1522 Wang Hong raccomandò l'acquisto di cannoni portoghesi per la difesa dai mongoli; ancora Hsü Kuang ne raccomandò l'utilizzo per la difesa di Macao nel 1619 e 1630. Altri ancora redassero rapporti o consigliarono alla corte l'adozione dell'artiglieria europea, ma questi furono sforzi che non compensarono l'immobilismo dei molti. Già le conoscenze astronomiche europee avevano assestato un duro colpo, difficilmente tollerabile, al calendario cinese. Non si era disposti ad accettare ulteriori acquisizioni straniere. Come scrive l'autore cinese che va sotto il nome di Mu Fu-Sheng, la sconfitta militare era la ragione tecnica per decidere di acquistare il sapere occidentale, ma allo stesso tempo rappresentava la ragione psicologica per non farlo. La minaccia culturale era considerata più grande di quella militare e l'orgoglio dei mandarini cinesi impedì di aprirsi alle innovazioni. Fino ad allora gli stranieri con i

quali i cinesi erano venuti in contatto avevano sempre adottato la cultura dei mandarini e non viceversa.

Come scrive Cipolla: “l’orgoglio culturale era il primo e più grosso ostacolo a ogni cambiamento, e ad esso si accompagnavano gusti tradizionali e sistemi di valore tenacemente immobili. Per la maggioranza dei mandarini della Cina dei Ming e del primo periodo Ch’ing nulla poteva esserci di meno attraente che innovazioni militari e armi assordanti. Civilissimi e raffinati iniziati a una cultura essenzialmente umanistica, i funzionari del Celeste Impero, non avevano alcun attrazione per la scienza, il commercio e la pratica”¹⁴.

Il problema non era relegato solamente alla corte imperiale o alla classe dei mandarini, si trattava invece di una mentalità diffusa anche ai livelli inferiori. Ogni ambito della società cinese era pervaso dal gusto per la tradizione, per il virtuosismo individuale e per l’azione pittoresca. Tutta la società in tutte le sue stratificazioni provava profondo disprezzo per i soldati e le questioni militari. La debolezza dell’esercito fu in un certo senso favorita da periodi lunghi di pace, dalla stima delle lettere in luogo delle vicende militari, dal disprezzo per tutto ciò che avesse a che fare con le armi e dalle modalità di reclutamento dei quadri dell’esercito, per concorsi letterari! Nel 1626 Yuan Ch’uan-huan affidò il compito di difendersi dagli attacchi manciù al suo cuoco di corte, che peraltro riuscì anche bene nell’impresa. La capacità di un cuoco fu efficiente contro i ‘barbari’ delle steppe, ma servì a ben poco contro quelli che venivano da Occidente.

Mentre sulla terraferma la superiorità europea non fu così evidente, perché i cinesi erano in grado di contrapporre la quantità umana alla ancora scarsa agilità dell’artiglieria da campagna degli occidentali¹⁵, nei mari il divario si rivelò insanabile. Nulla poteva tener testa ai vascelli europei.

La nave da guerra cinese, derivata dalla giunca mercantile, rimase, come la galera veneziana, una nave essenzialmente utile allo speronamento e all’arrembaggio. Sfornita di portelli nello scafo per i cannoni, dotata di castelli troppo alti, la giunca si rivelò inefficace contro le navi portoghesi. Le giunche montavano qualche cannoncino in ferro e utilizzavano soprattutto razzi sparati da archibugi di canna di bambù. Quella cinese era peraltro una flotta consistente, che stupì alcuni relatori occidentali, visto che non si facevano guerre con nessuno. La tecnica rimase sostanzialmente quella del combattimento corpo a corpo con armi lunghe con punte in ferro. Anche in questo caso non

¹⁴ *Ibidem*, p. 95

¹⁵ Va tenuto presente che gli europei non furono in grado di realizzare artiglieria da campagna valida fino alla metà del diciassettesimo secolo.

furono compresi i progressi dell'arte navale militare e dell'artiglieria e il divario fu incolmabile. La dotazione di armi da fuoco sulle navi veniva considerata più per i risvolti dell'effetto psicologico che per la reale efficacia dell'artiglieria. Questa veniva ritenuta infatti poco gestibile in mare, causa le onde e i venti.

In altre parti dell'Asia le resistenze alla diffusione di tecnologia militare europea furono meno accentuate. I giapponesi non considerarono mai il loro paese il centro del mondo. Cercarono anzi sempre nuove tecniche da imitare e assimilare. All'arrivo degli europei i giapponesi non erano ingessati in un egocentrismo culturale come i cinesi e furono pronti ad apprendere velocemente le innovazioni. Portati per caratteristiche culturali alla guerra, imitarono subito le armi da fuoco europee e produssero cannoni e archibugi in quantità.

Anche i coreani, nel 1590, per far fronte all'invasione giapponese dovettero interessarsi alle nuove armi. Realizzarono ottimi risultati in fatto di produzione d'artiglieria, meno per quanto concerne la fabbricazione di archibugi. Nella regione indiana, Ceylon divenne un famoso centro di produzione di armi da fuoco e nell'impero dei Mogol si produsse artiglieria soprattutto di derivazione turca. Queste produzioni ebbero un certo interesse in ambito locale, ma non vanno sopravvalutate rispetto alla superiorità delle artiglierie europee.

Anche se le conoscenze tecniche vennero diffuse da venduti al nemico, da gesuiti e da missioni più o meno ufficiali inviate da paesi europei, l'efficienza degli occidentali non fu eguagliata. Il divario divenne anzi sempre maggiore col passare degli anni. Non bastava, infatti, apprendere le nuove tecniche di fabbricazione. Vi era anche la necessità di saper utilizzare e razionalizzare l'uso di quanto prodotto. Occorreva cambiare attitudini e strategie. Accrescere il capitale di conoscenze tattiche. Come accadde per i mamelucchi, che non furono pronti a sacrificare il prestigio della cavalleria feudale e della classe dominante, i cinesi non furono pronti a cambiare l'intera concezione del loro modo di rapportarsi rispetto al resto dell'umanità.

In Europa la situazione era ben diversa. Anche i cavalieri del primo rinascimento nutrivano verso le armi da fuoco sentimenti simili a quelli dei mamelucchi, ma dalla fine del Quattrocento, soprattutto in Inghilterra e Olanda, la guida della società passò a nuovi gruppi sociali, con un nuovo gusto dell'organizzazione e dell'efficienza più che dell'eroismo e della *grandeur*. Questi gruppi potevano contare inoltre su di una classe artigiana interessata ai progressi della metallurgia e delle meccanica. Fattori che ampliarono lo sviluppo di queste conoscenze e i vantaggi dei benefici che

apportarono. Nei secoli seguenti il primo arrivo dei portoghesi nei nuovi territori l'industria delle armi e quella cantieristica conobbero progressi enormi.

Nel momento in cui appaiono per la prima volta, le innovazioni, se pur danno luogo a vantaggi immediati, non rivelano la capacità di dar luogo a sviluppi futuri, che sono invece quelli che s'impongono alla lunga e rivoluzionano i modi di essere preesistenti. E' proprio questa seconda qualità, osserva Cipolla, che è sempre estremamente difficile da valutare. Il risultato dell'influenza reciproca dei fattori menzionati in precedenza fu "unico e inequivocabile". Scrive lo storico: "dopo la fine del quindicesimo secolo, l'originario 'squilibrio' fra l'Europa e il resto del mondo si accrebbe invece di attenuarsi. E per i paesi meno 'sviluppati' le cose volsero progressivamente al peggio"¹⁶.

Considerazioni finali

Nonostante la motivazione più volte addotta dai vari "conquistadores" circa una finalità di carattere religioso perlomeno equivalente a quella economica dei loro viaggi ed esplorazioni¹⁷, l'espansione europea del sedicesimo secolo ebbe un carattere essenzialmente commerciale. Essa non può essere considerata la continuazione delle crociate e nemmeno una migrazione di stampo malthusiano. La pressione demografica, infatti, era assai scarsa e iniziò con qualche significato solo dopo il diciottesimo secolo. Quelli che lasciavano l'Europa erano pochi e molti di loro non giungevano neanche a destinazione. Una buona parte faceva ritorno in Europa appena possibile. Solamente dal XVIII secolo la presenza degli europei oltremare fu rilevante.

Che l'espansione avesse carattere soprattutto commerciale è testimoniato, oltre che dalle parole degli stessi esploratori, da quelle di un sovrano dell'epoca come Francesco I di Francia, che definì re Manoel del Portogallo, il 're droghiere'. In effetti, a parte l'epiteto folcloristico, la sostanza era

¹⁶ Cipolla, *op. cit.*, p.101

¹⁷ Gli esploratori del sedicesimo secolo agli interrogativi sulle motivazioni che li spingevano alle loro missioni rispondevano che si trattava soprattutto dell'esigenza di portare gente alla fede cristiana e di cercare spezie. Vasco da Gama, nel gettare l'ancora nel porto di Calicut, quando un indigeno gli chiese che cosa cercassero i portoghesi rispose "cristiani e spezie". Nell'attacco di Malacca del 1511, l'Albuquerque rammentò ai suoi ufficiali che la battaglia aveva due ragioni, cacciare i mori dal paese distruggendo la setta di Maometto e prendere la città fonte di spezie e droghe, per il proprio re Don Manoel. Bernal Diaz, scrisse che aveva lasciato l'Europa per portare la luce della fede a coloro che vivevano nell'oscurità e per divenire ricchi come è desiderio di tutti, da: Cipolla, *op. cit.*, p.115

questa, nè diverse furono le motivazioni che animarono inglesi e olandesi. Il commercio delle spezie era assai lucroso e offrì potenziali economici insperati. Successivamente i portoghesi si interessarono alle coste dell’Africa occidentale per la possibilità di acquisire avorio, ebano, schiavi, oro, grano e pesce. Nei secoli sedicesimo e diciassettesimo, quando si stabilirono nell’Oceano Indiano e nel mar della Cina, gli europei non si limitarono più al commercio delle spezie, ma mirarono anche a beni come salnitro, rame, seta e porcellana. Gli europei inoltre non furono solo commercianti che rifornivano l’Europa di prodotti asiatici, ma crearono una fitta rete di scambi e commerci tra i vari paesi orientali. Buona parte delle importazioni europee furono pagate col reddito derivato da trasporti marittimi e servizi commerciali.

La religione, afferma Cipolla, fu il pretesto, l’oro il motivo, mentre il progresso tecnologico del quattordicesimo e quindicesimo secolo fornì i mezzi. Come visto in precedenza, catalani e italiani nel tredicesimo secolo, pur economicamente già avanzati, non riuscirono ad aggirare il blocco musulmano per via dell’insufficienza dei mezzi. Energia eolica e polvere da sparo furono utilizzate solo sussidiariamente. Il combattimento era ancora affidato all’energia dei muscoli. Come evidenzia l’autore, il legame tra gli avvenimenti mediterranei e quelli atlantici fu Colombo. Egli usufruì di vascelli atlantici, di marinai biscagliesi e di tecniche nautiche portoghesi¹⁸. La sua funzione fu quella di agente del capitale genovese e in pratica il contributo del mondo mediterraneo all’espansione europea della fine del quindicesimo secolo fu finanziario e commerciale, non certo tecnologico.

Quello che rese possibile l’espansione europea fu invece il veliero armato creato dall’Europa atlantica durante il quattordicesimo e quindicesimo secolo. Con un equipaggio ridotto fu possibile il controllo di energie inanimate per movimento e distruzione. L’intuizione che le battaglie navali potessero essere vinte non con il ricorso all’abbordaggio o all’impiego di archi, frecce, palle e spade ma grazie all’artiglieria fu ciò che decretò il rapido successo dell’Europa atlantica. Albuquerque scriveva al suo re che le navi nemiche svanivano nel nulla e che persino gli uccelli smettevano di volare all’arrivo delle sue navi. Al di là della retorica, è certo che in dieci anni di presenza nell’Oceano Indiano, i portoghesi avevano distrutto la potenza navale degli arabi. Prima che lo shock fosse assorbito, gli europei erano già progrediti tecnologicamente e i rimedi adottati erano già in ritardo. Alle flotte portoghesi seguirono quelle ancora più formidabili degli inglesi e olandesi e, se pur divisi e impegnati in lotte interne all’Europa, gli occidentali mantennero la

¹⁸ Cipolla, *op. cit.* p.117

supremazia. Anche perché gli altri erano ancor più divisi e incapaci di trarre profitto dalle guerre fratricide.

Il vantaggio sui mari non era accompagnato da altrettanto successo sulla terraferma. Come si è visto, nella seconda metà del Seicento l'artiglieria da campagna europea era ancora gravata da difficoltà di movimento. La potenza di fuoco era facilmente annientabile da assalti di massa. Inconveniente riscontrabile anche oltremare, dove gli europei erano pochi e gli avversari molti. Che la chiave fosse il dominio dei mari lo comprese bene Francisco de Almeida, che disse al suo re che il commercio delle Indie sarebbe stato suo se avesse dominato il settore navale. Cosa ribadita da Albuquerque, che avvisava il re che un'eventuale sconfitta sui mari poteva costare i possedimenti indiani.

Anche Cornelis Nieuwenrode, capo della base olandese a Hirado nel 1623, era della stessa opinione. Egli affermò che l'unico motivo per mettere i piedi a terra sarebbe stato la protezione della flotta. Questo era risaputo evidentemente anche dagli asiatici, visto che nel 1614 il viceré Chang Ming-kang presentò un memoriale in cui si faceva notare che in alto mare non avrebbero potuto tener testa ai portoghesi. Esempi di questa vulnerabilità sulla terra si manifestarono in alcune occasioni. Agli inizi del Seicento, un certo Abraham van Uffelen, amministratore delle fattorie olandesi del Coromandel fece l'arrogante con il sovrano locale, che di conseguenza lo attaccò scardinandone le deboli resistenze, facendolo infine imprigionare. Nel 1638 Goa sarebbe caduta certamente nelle mani dei maratti se il Gran Mogol non fosse intervenuto a salvare i portoghesi. Quando lo Shogun Tokugawa prese la decisione di chiudere il paese agli occidentali decretandone l'espulsione, questi ultimi non ebbero altra scelta che ubbidire.

Quello della supremazia navale e della vulnerabilità su terraferma fu un evidente paradosso. Mentre l'Europa si espandeva audacemente oltremare imponendo aggressivamente il suo predominio sulle coste asiatiche, africane e delle Americhe, sul fronte orientale continuava a cedere o a ritirarsi dietro l'avanzata turca. La Serbia settentrionale fu invasa dai turchi nel 1459. La Bosnia Erzegovina nel 1463-66. Nel 1470 i veneziani persero il Negroponte. Nel 1468 l'Albania. Nel 1526 l'esercito di re Luigi d'Ungheria fu massacrato a Mohàcs. Nel 1529 i turchi assediaron Vienna. Nel 1531 l'Ungheria fu devastata da Solimano, che batté in ritirata solamente per la minaccia persiana. Ancora nel 1566 le forze europee si ritiravano e, nel 1596, vennero drammaticamente sconfitte a Keresztes. Ancora una volta, nel 1883 i turchi assediavano Vienna.

Grazie alle loro navi da guerra gli europei stabilirono in pochi decenni la loro supremazia sugli oceani. Non presero mai in seria considerazione un'invasione dell'Asia tranne che per qualche rara eccezione, punita con il fallimento. Gli europei si resero conto dell'impossibilità di misurarsi con efficacia nell'entroterra asiatico.

L'Africa nera era meno popolosa e le tribù ancora primitive: non potevano contare quindi né sulla superiorità della massa, né sulle conoscenze tecnologiche. In questo caso fu la natura a fare da deterrente: infatti, nonostante gli uomini del Rinascimento avessero appreso a servirsi dell'energia del vento e sapessero maneggiare perfettamente la polvere da sparo, non erano ancora maturi per il dominio delle altre forze della natura. I pochi europei che cercavano di penetrare l'entroterra venivano uccisi o debilitati da malaria, febbri tropicali, malattie e clima letale.

Nelle Americhe le condizioni climatiche erano più favorevoli, gli indigeni poco progrediti e anch'essi molto vulnerabili alle malattie che gli europei in questo caso importarono. Alcuni imperi poi, come gli Aztechi del Messico, sfruttavano talmente le masse che queste non disdegnarono di unirsi agli invasori d'oltre Oceano per ribellarsi. Queste circostanze resero possibile la conquista di vasti territori americani, anche se bisogna precisare che sino al diciottesimo secolo le zone effettivamente controllate dagli europei erano le fasce costiere.

Dalle carte geografiche si evince che fino a tale periodo i possedimenti coloniali consistevano in particolare di basi navali e fortezze costiere. Sul versante dell'Oceano Indiano, le navi non europee che non volevano essere fatte saltare in aria dai cannoni delle potenze europee, dovettero ben presto procurarsi permessi di navigazione. Differentemente dai territori interni gli oceani appartenevano infatti ormai all'Europa.

Il Settecento segnò l'inizio di una nuova fase in cui furono migliorate le competenze tecniche acquisite nel secolo precedente e si cominciò a produrre un'artiglieria da campo efficiente. Inizialmente queste acquisizioni furono utilizzate dagli occidentali soprattutto in Europa per massacrarsi a vicenda. Poi, gradualmente, la nuova artiglieria servì per aumentare il divario tecnico con tutto il resto del mondo. Dopo l'espansione dell'Europa atlantica sul fronte marittimo, si aprì l'era della fase di espansione territoriale nell'Europa orientale. Bloccata la minaccia turca, la Russia contrattaccò con successo in due direzioni. A Oriente contro le orde dei kasachi e a sud contro i turchi. Grazie alla fonderie create dagli olandesi nel Seicento e sviluppate da Pietro il Grande nella prima metà del Settecento, i Russi disponevano di mezzi atti a rompere l'accerchiamento dell'Europa sulla frontiera orientale. Il crollo delle potenze dei nomadi non avvenne dunque per la

loro incapacità militare, ma per il passaggio degli europei all'uso dell'artiglieria e della moschetteria, che mise fuori gioco la cavalleria orientale e determinò il nuovo squilibrio. Il barone de Tott, osservava che i turchi venivano massacrati dai cannoni russi e anche il sultano si convinse della superiorità raggiunta grazie all'artiglieria dopo la cocente sconfitta di Craol¹⁹.

Fino alla fine del Settecento la superiorità dei progressi tecnologici non si fece sentire oltremare. Nel 1689 le truppe della Compagnia delle Indie subirono una pesante sconfitta in India. Nel 1700 i direttori della Compagnia consideravano impraticabile l'idea di conquistare territori o creare colonie nel paese. La difficoltà più grande era quella di trasportare ingenti truppe via mare. La conquista dell'India dopo il 1707 fu consentita solamente dallo stato di anarchia che regnava nel paese e il controllo su ampi territori interni si ebbe come sottoprodotto della Rivoluzione industriale.

L'espansione marittima dell'Europa ne fu uno dei presupposti. Osserva Cipolla che negare ciò sulla base del fatto che tra gli 'imprenditori' che crearono le fabbriche in Europa non c'erano mercanti della Compagnia delle Indie equivarrebbe a negare ogni rapporto tra Rivoluzione Scientifica e Rivoluzione industriale per il motivo che né Galileo né Newton crearono manifatture tessili. Spesso, nella storia umana, le interconnessioni non sono così evidenti.

Del resto è innegabile che la Rivoluzione Industriale stimolò ancor più l'espansione europea e accrebbe il numero degli europei sia in termini assoluti che in relazione alla popolazione non europea. Essa garantì inoltre la possibilità di tecniche più efficaci per effettuare il dominio sulle forze avverse della natura. Diede anche all'Europa industriale la possibilità di asservire le economie non europee alla politica del libero scambio.

Carlo Cipolla nella parte finale del suo testo cita il brano di Adam Smith in cui si afferma che nel passato fu difficile alle nazioni opulente e civilizzate difendersi da quelle più povere e barbare, mentre ai suoi tempi ai poveri e ai barbari difendersi dagli opulenti e dai civilizzati. In queste parole, avverte l'autore, i lettori possono trovar traccia di una fastidiosa confusione tra 'civilizzato' e 'tecnologicamente progredito', confusione che almeno nella forma in cui ci è nota rappresenta uno dei sottoprodotti della Rivoluzione industriale. I cannoni della regina Vittoria, egli osserva, troncarono i nobili tentativi di Lin di porre fine al commercio dell'oppio e questo non significa che gli ammiragli inglesi fossero più 'civilizzati' dei cinesi. Se l'analisi storica del libro è esatta, il

¹⁹ *Ibidem*, p.122

popolo tecnologicamente più progredito è quello destinato a prevalere indipendentemente dal suo grado di civiltà, che è cosa difficile da definire e valutare.

L'era **Vasco da Gama** è ormai conclusa e il mondo 'sottosviluppato' si è rivoltato nei confronti dell'Occidente cercando di acquisirne la tecnologia. Visto che il predominio occidentale fu basato su di essa, tali rivendicazioni sono comprensibili, ma hanno in ogni caso tragiche implicazioni. Per poter assimilare le tecnologie occidentali, i non europei hanno dovuto infatti procedere a un processo di 'occidentalizzazione'. Per poter battere l'Occidente, paradossalmente ne devono acquisire il modo di pensare e di agire. Cipolla chiude con la riflessione del dr. Chiang, che si sofferma sul passaggio dalla palla di cannone alla scienza. Con la palla di cannone iniziò la sconfitta dell'Oriente, ma da essa in tale territorio si giunse alle invenzioni meccaniche che condussero alle riforme politiche. Da queste si arrivò alle teorie politiche e alla filosofia dell'Occidente. Per mezzo delle invenzioni meccaniche l'Oriente conobbe la scienza e così giunse a comprendere l'atteggiamento scientifico. Dalla palla di cannone gli orientali furono condotti sempre più lontano da questa, ma in tale processo si avvicinarono infine, inevitabilmente, ad essa.

Geopolitica e tecnologia nella riflessione di Peter J.Hugill

La Nascita della telegrafia e l' egemonia della comunicazione

I

Il primo efficace sistema di comunicazione a distanza fu il telegrafo. Anticamente comunicazioni di tale tipo venivano effettuate soprattutto tramite segnalazioni con il fuoco o con il fumo. I Romani provarono a utilizzare un rozzo attrezzo che sollevava dall'alto di una torre dei bracci di legno. Alla fine del settecento Claude Chappe effettuò primi esperimenti basati su segnalazioni elettriche, ma dovette rendersi conto che la tecnologia dell'epoca era ancora troppo arretrata. Durante la Rivoluzione francese egli inventò un sistema meccanico che, integrato da un cannocchiale, permetteva di vedere a distanza la posizione dei bracci di segnalazione. Descrivendo la sua invenzione, coniò la parola *télégraphe*. Nel 1793 il suo apparecchio ebbe un primo fortunato collaudo tanto da essere sviluppato su scala nazionale. L'invenzione di Chappe venne valutata soprattutto per l'importanza geopolitica che per la rilevanza sul piano commerciale. Lo scienziato Lakanal del comitato per la pubblica istruzione osservò infatti che il telegrafo era la dimostrazione che la Francia non era troppo grande per poter essere organizzata in repubblica. In campo geopolitico i risultati furono evidenti, dato che fu stabilito un vero e proprio legame tra stato centrale e dipartimenti periferici. In campo geografico tale intuizione fu realizzata tramite la capillarità raggiunta dalla rete nazionale delle linee telegrafiche.

Senza cogliere l'importanza geopolitica di Lakanal, altri stati adottarono l'invenzione. Nell'ultimo decennio del Settecento, la Gran Bretagna fece installare una catena di stazioni di segnalazione per migliorare il collegamento con Londra, nel timore di un'invasione francese. Si utilizzò un sistema di otturatori a tendina montati su piccole torri che si rivelarono però poco visibili a distanza. Sconfitto Napoleone per la seconda volta a Waterloo, la rete fu sostituita da un sistema a semaforo basato sul movimento di bracci meccanici, che fu modificato e migliorato in vari tentativi dal 1820 alla fine degli anni trenta, rimanendone comunque l'utilizzo limitato a scopo prettamente militare. Alla fine delle guerre napoleoniche si instaurarono impianti a carattere commerciale.

Il limite di questi sistemi era dato dalla necessità che le stazioni fossero a vista l'una con l'altra e dal fatto che la visibilità dipendeva dalle condizioni luminose e atmosferiche. Le stazioni

dovevano essere numerose e gli operatori umani potevano introdurre errori. I ritmi delle trasmissioni erano lentissimi. Il sistema francese, che era il più efficiente d'Europa, poteva trasmettere due caratteri al minuto e in caso di scarsa luminosità uno al massimo. Si potevano trasmettere, come notarono i prussiani che intendevano valutarne l'applicabilità al sistema telegrafico del loro paese, fino a sei messaggi di venti, trenta parole al giorno²⁰.

II

L'introduzione del telegrafo elettrico ovviò alle limitazioni climatiche, temporali, di ripetizione, di portata e ritmo, ma poteva avvenire che il ghiaccio e soprattutto l'intervento umano ne inficiassero l'utilizzo. L'abbondante presenza di metallo fece sì che le linee divenissero un'ambita preda per i ladri.

Fin dalle prime rudimentali installazioni avvenute tra il 1830 e il 1840 apparve l'utilità del sistema telegrafico. Soprattutto negli Stati Uniti queste si affiancarono alla ferrovia come simbolo e promessa di una conquista comune. Il telegrafo permise di razionalizzare ed evitare gli incidenti sulle ferrovie a binario unico, consentendo un risparmio anche sulla costruzione di un doppio binario.

Nel 1858 fu calato il primo cavo transatlantico sottomarino, ma per la prima vera linea funzionante bisognò attendere il 1866. Alla fine del diciannovesimo secolo, il mondo era collegato da una rete di linee telegrafiche realizzate grazie a una tecnologia non più vecchia di mezzo secolo. Visti gli investimenti più contenuti che si richiedevano rispetto a quelli fatti dai governi per impiantare le linee ferroviarie, queste infrastrutture furono realizzate per lo più da privati.

La tecnologia del telegrafo era molto semplice, nonostante alcuni tentassero ogni tanto di complicarla, afferma Hugill. L'aspetto più critico era quello della realizzazione del *software*, piuttosto che dell'*hardware*²¹. Ancor più difficile la fabbricazione dei cavi sottomarini e delle navi per posarli. Era necessaria una comprensione teorica più avanzata riguardo a come gli elettroni si propagavano. Alla fine venne trovata la teoria corretta e nella seconda metà dell'Ottocento fu realizzata la nave posacavi.

La difficoltà maggiore era però di ordine geopolitico. La Gran Bretagna aveva realizzato la più grande infrastruttura a livello mondiale, compresa la posa di cavi sottomarini e ben presto

²⁰P.J. Hugill, *op. cit.*, pp.39-40

²¹ Hugill definisce come "*software*" «le tecnologie che consentono all'uomo di generare ed elaborare ... informazione» mentre per "*hardware*" intende l'infrastruttura tecnologica usata per trasmettere tale informazione, *op. cit.*, p.4

raggiunse l'egemonia delle telecomunicazioni. Anche con l'evolversi di altri sistemi e con l'entrata in scena di altri paesi, nonostante un graduale decadimento, il predominio britannico non fu messo in discussione e il paese rimase in posizione egemone relativamente alle informazioni fino agli anni cinquanta del Novecento.

III

Se parliamo in termini di *hardware*, il telegrafo è uno strumento molto semplice, che nella versione di terra è costituito da un unico filo di ferro o rame teso lungo una successione di isolatori in vetro o ceramica, fissati a pali di legno. Il circuito di ritorno è praticamente il terreno. Questo permetteva l'invio di segnali di bassa frequenza (30 Hz) a lunghe distanze con deboli quantità d'energia generate da batterie chimiche al piombo. In termini tecnologici moderni si tratta di un segnale digitale del tipo sì/no, differentemente del telefono che invia forme più complesse, quali i segnali analogici, per riprodurre la voce umana.

I cavi sottomarini presentavano notevoli problemi, Il conduttore doveva essere elettricamente isolato dall'acqua marina, conduttrice per via del sale disciolto, e allo stesso tempo protetto dalla fauna marina, che attratta dai segnali elettrici, aveva distrutto i cavi di prima generazione. Nel 1851 un cavo robusto con armatura in filo zincato rese possibile il collegamento tra le due sponde dell'Atlantico.

IV

Possiamo distinguere cinque periodi o fasi della tecnica costruttiva dei cavi sottomarini:

1. Sperimentale (1857-1858)
2. Cavi di breve durata (1865-1869)
3. Cavi a bassa velocità di trasmissione (1873-1882)
4. Cavi ad alta velocità (1849-1910)
5. Il periodo dell'altissima velocità (1923-1928)

I primi due sono i più interessanti per tecnologia, gli altri ne sono il perfezionamento.

V

Il cavo transatlantico del 1857 fu un fallimento totale, soprattutto perché c'erano ancora difficoltà legate all'inadeguata comprensione teorica dei processi di trasmissione e alla realizzazione degli isolamenti e rivestimenti. Quello del 1858 funzionò meglio, ma, essendosi guastato, non si poté riparare. I primi cavi vennero isolati con gomma e catrame, materiali poi rimpiazzati dalla guttaperca molto più resistente. I costi per l'approvvigionamento della guttaperca erano molto elevati, ma la Gran Bretagna fu favorita perché, grazie al controllo sul porto di Singapore, poteva rifornirsi facilmente della guttaperca proveniente dalla Malesia e dall'arcipelago indonesiano e questo fu uno dei motivi chiave del predominio inglese nel settore cavi marini e quindi comunicazioni. Costoso era comunque anche il conduttore in rame, così come gli altri isolanti in metallo che dovevano proteggere il cavo e lo rendevano molto pesante. Nel 1865 il cavo si ruppe durante la posa, ma essendo abbastanza resistente fu possibile recuperarlo e attivarlo con successo nel 1866.

Con le campagne di posa del 1857 e 1858 uno dei problemi fu far incontrare a metà strada nel mezzo dell'Atlantico le due navi, una inglese e l'altra statunitense (gli Stati Uniti avevano cominciato a interessarsi delle comunicazioni transoceaniche) che trasportavano il cavo. Dal 1865 fu disponibile la grande posacavi privata inglese *Great Eastern*, nave che poteva trasportare fino a 4200 km di cavo. Le navi britanniche erano quelle che dominavano e dopo una decina di anni iniziarono a comparire navi assai più grandi: nel 1904 su una flotta di 41 unità, ben 28 erano britanniche, 5 francesi e il resto di altri paesi.

All'inizio il cavo poteva trasmettere al massimo tre parole di cinque lettere al minuto. Con la posa del cavo del 1858 si tentò di ovviare alla lentezza aumentando l'intensità della corrente, ma si finì per danneggiarlo con una perdita finanziaria di circa centomila sterline, fallimento che fu da imputare principalmente a un certo Whitehouse, ex ufficiale medico, che aveva scarsa conoscenza tecnica riguardo alla guttaperca. Molte furono le critiche, tra cui quella del professor William Thomson, che sarebbe diventato Lord Kelvin, il quale ritenne che il cavo avrebbe potuto funzionare bene se non fosse stato maltrattato in quel modo. Egli, utilizzando i metodi matematici sviluppati da Fourier per la conduzione del calore, giunse a una comprensione delle caratteristiche della trasmissione via cavo che gli consentì di modulare il segnale più adatto per trasmettere al ricevente in maniera più chiara e veloce. La teoria di Thomson era sufficiente per descrivere la trasmissione di segnali digitali a bassa frequenza dei cavi sottomarini, ma non funzionò per i segnali analogici dei telefoni. Problema che fu risolto da Oliver Heaviside, conoscitore della teoria elettrodinamica di Maxwell.

Altro problema rilevante era l'inadeguata conoscenza topografica dei fondali oceanici. Si credeva che i fondali non fossero accidentati, quindi, si finì per posare fili tesi fra picchi del fondo roccioso che si rompevano rapidamente. Fu il tenente Matthew Fontaine Maury che dirigeva l'osservatorio nazionale statunitense a effettuare una mappa corretta dei fondali atlantici basandosi sui dati raccolti durante la crociera del brigantino *Dolphin*, nel 1853. Con l'introduzione dello scandaglio, inventato dal tenente della marina americana J. M. Brooke, Maury riuscì a disegnare una mappa dei campioni prelevati dai fondali. Stabilì che tra America e Irlanda si estendeva un vero e proprio altopiano, privo di forti correnti e turbolenze. In una lettera che Maury inviò al ministero della Marina, affermò che l'altopiano sembrava fatto apposta per piazzarci un cavo telegrafico, tanto che lo denominò come "Telegraph Plateau".

Sebbene il cavo del 1858 avesse trasmesso un numero molto limitato di messaggi prima di guastarsi la sua utilità fu ritenuta molto importante. Nonostante il costo elevato delle trasmissioni, circa dieci dollari per una parola di cinque lettere, agenzie di stampa e governi lo usarono immediatamente. L'entusiasmo dimostrato dai contemporanei riguardo al cavo contrastava col rifiuto degli investitori statunitensi a rischiare per le pose del 1857 e 1858 nonostante la partecipazione di importanti aziende britanniche e statunitensi e dei due rispettivi governi. Alcune speculazioni azionarie provocarono l'apertura d'inchieste, che non rilevarono però nessun tentativo di frode. Questo influi sulla raccolta di fondi per la campagna di posa del 1865. Da notare che circa sessantaseimila dollari dei trecentoseimila raccolti da una parte all'altra dell'Atlantico provenivano dalle principali città del nord degli Stati Uniti. Un dato ragguardevole, considerando che ci si trovava in piena guerra civile.

VI

Il problema finanziario della posa del 1865 fu risolto con la costituzione della Telegraph Construction and Maintenance Company nel 1864, per iniziativa di Jonh Pender, commerciante tessile a Manchester e Glasgow, che riunì i principali costruttori del cavo. Dopo la posa, i cavi vennero dati in gestione alla prima grande azienda appositamente costituita, la American Telegraph Company di Pender.

La maggioranza degli azionisti della società proveniva, come Pender stesso, dal settore tessile. Questo non deve sorprendere, se si considera che l'industria tessile fu la prima di carattere realmente internazionale. La maggior parte del cotone, verso la metà dell'Ottocento, veniva coltivata negli stati schiavisti del sud degli Stati Uniti, immagazzinata nel grande porto inglese di

Manchester, filata e tessuta nelle cittadine del Lancashire e nei dintorni di Glasgow e infine, smerciata in tutto il mondo. La creazione della TCM e dell'Anglo-American segnò l'inizio dell'irresistibile ascesa di Pender nel predominio del business dei cavi sottomarini. Nel 1892, la Eastern and Associated Telegraph Companies di sua proprietà, possedeva il 45,7 per cento del totale del chilometraggio mondiale dei cavi e quasi il 70% di quello britannico. Nel diciannovesimo secolo quest'azienda divenne una tra le più grandi multinazionali.

La raccolta di fondi iniziale è comprensibile anche alla luce della relativa disponibilità di fondi da investire dell'epoca vittoriana. C'era una discreta concorrenza di possibilità di investimenti in altri settori ritenuti più affidabili, come l'espansione dell'industrializzazione, lo sviluppo agricolo delle terre d'oltremare. Ancora la posa dei cavi doveva competere con le miniere di carbone degli Appalachi, le ferrovie in Argentina, gli allevamenti di pecore in Australia. Quello che favorì l'inattesa liberazione di capitale britannico che fu investito nell'affare dei cavi fu probabilmente la nazionalizzazione delle aziende telegrafiche inglesi decisa dal governo nel 1868.

Durante tutto il diciannovesimo secolo la maggioranza dei finanziamenti giunse da aziende private come la Eastern. Nel 1892, il 90 per cento della lunghezza totale del cavo nel mondo apparteneva a imprese private. Circa 662 chilometri erano linee private, mentre appena ventinove chilometri appartenevano al pubblico.

Nel diciannovesimo secolo il monopolio della Gran Bretagna nella produzione e posa dei cavi sottomarini risultava ancora più assoluto del monopolio della proprietà degli stessi. Due terzi del cavo venivano prodotti dalla TCM, il rimanente da altre tre imprese britanniche tra cui la Siemens Brothers, l'India Rubber e la Gutta-Percha and Telegraph Works. La Siemens, nonostante il nome tedesco, era un'impresa totalmente britannica in quanto il proprietario si era stabilito all'inizio degli anni quaranta a Londra, pur rimanendo in stretto contatto con i suoi parenti tedeschi e con l'impresa manifatturiera Siemens und Halske. Alcuni tentativi di produzione furono fatti dai francesi e dai tedeschi, mentre gli statunitensi dipesero dalla Gran Bretagna fino a dopo gli anni venti del Novecento. Analogamente la situazione delle navi posacavi era monopolio britannico.

Una volta risolti i problemi di trasmissione delle onde da parte di Thomson, la difficoltà maggiore fu proprio quello della raccolta di fondi per la posa dei cavi e la realizzazione di prodotti che durassero il più a lungo possibile. Vista la rapidità delle innovazioni, i cavi divenivano vecchi non appena installati. Quelli degli ultimi impianti avevano una qualità e una durata migliore, pertanto visti anche i costi, si rese necessario intervenire soprattutto sulla qualità delle trasmissioni. Il nuovo cavo raggiunse dapprima le otto parole al minuto, per giungere infine a quindi-diciassette

al minuto. Alla base del miglioramento c'era la consapevolezza che la trasmissione dipendeva sia dalla capacità elettrica del cavo sia dalla resistenza del conduttore.

Nel 1869, ai cavi transatlantici si aggiunse quello installato da una società francese per collegare Brest, l'isola di Saint Pierre e Sydney nella canadese Nova Scotia. In realtà, il cavo era stato fabbricato in Inghilterra, finanziato da investitori britannici e gestito da inglesi. Come gli altri cavi britannici ebbe vita breve. La canapa avvolta attorno ai dieci fili di acciaio che ne costituiva l'armatura esterna si deteriorò progressivamente. Dopo la canapa anche i fili in acciaio si deteriorano e il cavo non poté essere più recuperato. La struttura dell'armatura inoltre consentiva alle teredini, vermi di mare xilofagi, di insinuarsi tra i fili d'acciaio e giungere a danneggiare l'isolamento del conduttore di rame.

VII

Nel 1872 il cavo del 1866 si guastò definitivamente, inaugurando un terzo periodo con linee funzionanti a basse velocità. Nel 1873, venne posata una linea anglo-americana seguita da un'altra nel 1880. Una concorrente di queste linee fu la Direct United States, installata dalla Siemens nel 1875. Come quelle con altri cavi, questa linea trasmetteva circa sedici parole al minuto, ma con l'introduzione del funzionamento duplex fu possibile trasmetterne il doppio. Siemens posò cavi analoghi per altre società, una francese e una statunitense. Nel 1879 una seconda linea francese venne finanziata da grandi istituti parigini. Tra il 1881 e il 1882, Siemens installò delle linee per conto dell'American Telegraph and Cable Company di Jay Gould. Le linee furono poi noleggiate e fatte funzionare in accordo con la Western Union di Gould, azienda che esercitava il predominio sul continente americano. Sia le linee americane che quelle francesi entrarono in un accordo denominato 'joint purse', promosso dall'Anglo-American. Nel 1894 i francesi si ritirarono dall'accordo. Le condizioni del joint purse stabilivano un'eguale tariffazione e una divisione degli introiti in base al traffico gestito. Questo accordo garantiva anche una continuità delle trasmissioni in caso di avaria di una delle linee.

VIII

In questo periodo vennero posati cavi con armature più resistenti e fu aumentata la dimensione del conduttore metallico per abbassarne la resistenza. Il funzionamento in duplex e la

trasmissione automatica consentirono a questi cavi di quadruplicare la velocità rispetto ai cavi in simplex di terza generazione che trasmettevano da venticinque a ventotto parole al minuto.

IX

Negli anni venti del Novecento si ebbe la quinta fase dell'opera di posa dei cavi con ulteriori incrementi di velocità. I risultati furono da 2 x 50 al minuto, a 5 x 60 nel 1925 e da 4 x 80 nel 1926 e 5 x 50 nel 1928. Gli ultimi cavi utilizzati per i segnali telegrafici atlantici non furono progettati per questo scopo, si trattava invece dei primi cavi telefonici, poi utilizzati negli anni cinquanta, che utilizzavano una tecnologia chiamata multiplex a divisione di frequenza. Tale tecnologia, sviluppata dall'American Telephone and Telegraph, consentiva di trasportare sul cavo, simultaneamente, i segnali a bassa frequenza del telegrafo e quelli vocali telefonici ad alta frequenza.

Con l'aumento della capacità di trasmissione diminuirono anche i costi. Dal 1866 al 1888 si verificò un decremento pari al 15,4 per cento all'anno. Si passò dai dieci dollari a parola del 1865 ai cinque del 1872, per finire ai cinquanta centesimi del 1884. Nel 1888 il costo era di venticinque centesimi. Bisogna però considerare una certa contraddizione tra i dati sui costi delle tariffe. Secondo Huggil quelli più attendibili, sono quelli riportati da Bright .

X

Risolti i problemi tecnici legati alla trasmissione telegrafica, questa si rivelò un affare estremamente interessante sul piano commerciale. Accanto a queste realtà vennero però subito in luce altre fondamentali questioni. La più importante era sicuramente quella della lotta tra gli stati per il predominio mondiale, che è oggetto della geopolitica. Ciò aveva compreso Lakal già all'epoca della rivoluzione francese, quando si era reso conto della possibilità rappresentata dal telegrafo di controllare lo spazio a scopi economici ma anche militari.

Risolto il problema della trasmissione con il passaggio all'elettricità, gli stati iniziarono a utilizzare il telegrafo a scopi che non erano solamente quelli dichiarati della fratellanza, del commercio e così via, ma anche a fini che rispondevano a esigenze di carattere politico e militare. Nonostante il predominio conquistato dagli inglesi a partire dal 1858 e successivamente a lungo mantenuto, era evidente che un simile monopolio non era esente dalla rivalità delle altre nazioni per destinazioni di varia natura.

XI

Prima della posa di un cavo sottomarino transatlantico, Perry Collins, concessionario statunitense per la regione del fiume Amur, sostenne la fattibilità di una linea che collegasse l'America con il vecchio mondo mediante una linea terrestre. Questa linea avrebbe dovuto attraversare solamente acque basse nelle vicinanze dello Stretto di Bering. Collins inviò un dettagliato rapporto al segretario di Stato statunitense. Il fallimento del cavo del 1856 e il completamento della linea transcontinentale che attraversava gli Stati Uniti incoraggiarono seriamente Collins. Visti i tentennamenti del Congresso, egli si rivolse a Hiram Sibley, fondatore della Western Union. Nel 1864, Sibley fondò la Western Union Extension Company, con un capitale di dieci milioni di dollari. In poco tempo, diversamente da quanto era avvenuto per la raccolta di fondi del capitale britannico, Sibley raccolse con facilità i fondi necessari. Questo, nonostante si fosse nella fase più critica della Guerra civile. In meno di due mesi le centomila azioni furono vendute a settantacinque dollari ciascuna, pur essendone stati anticipati solamente cinque. La linea della Western Union si chiamò linea Collins e raccolse il triplo del capitale stabilito per il cavo transatlantico del 1865.

La competizione intorno a come collegare l'America al resto del mondo, terminò con la fine della concorrenza dovuta alla firma del trattato delle sei nazioni del 1857. Cyrus Field, nel 1855 aveva raggiunto grazie alla sua speculazione nel business della telegrafia tre punti importanti: riunendo piccole aziende che operavano nel New England e lungo la costa atlantica creò una società potente come l'American Telegraph Company; grazie ai rapporti stretti con la New York Associated Press garantì la precedenza ai propri notiziari; con l'acquisto della New York, Newfoundland e London Telegraph Company si era accaparrato il controllo delle linee nelle province marittime del Canada. Field riteneva che il progetto dei cavi atlantici fosse essenziale al raggiungimento del monopolio redditizio del traffico tra New York e Londra. Esclusa la Western Union dal progetto del cavo atlantico, Collins non poté che perseguire la scelta via terra attraverso lo stretto di Bering e la Siberia, fino a giungere in Europa. Dopo i fallimenti dei cavi del 1857 e 1858 e il collegamento tra New York e San Francisco del 1861, questa sembrò la strategia vincente. Con il successo del 1866, però, essa fu ridimensionata e abbandonata.

A una prima analisi l'acquisizione del monopolio della comunicazione tra vecchio e nuovo continente può apparire un'operazione soprattutto commerciale. Secondo l'interpretazione corrente della storia americana, la fine del diciannovesimo secolo viene vista come il momento in cui gli Stati Uniti (almeno nella loro componente settentrionale) raggiungono la condizione di potenza mondiale. La Western Union ipotizzava un traffico di circa mille messaggi al giorno via terra, che al prezzo di venticinque centesimi l'uno, si traducevano in un'entrata annuale di oltre nove milioni di dollari. Questo giustifica l'investimento di dieci milioni di dollari. Già in quest'inizio, però, era presente un forte elemento geopolitico. La Guerra civile aveva sancito il passaggio degli Stati del Nord da potenza regionale a mondiale. Alla fine della guerra, la Repubblica del Nord possedeva la marina più consistente e potente del mondo e appariva decisa ad usarla a scopi politici.

L'invio in Europa della nave *Miantonomoh*, con a bordo il vice-segretario della marina Gustavus Vasa Fox con il pretesto di ringraziare la Russia per l'aiuto nella Guerra civile e per negoziare l'acquisto dell'Alaska costituì un'evidente minaccia al predominio navale britannico. Tanto che subito dopo la visita, il sovrintendente alle costruzioni navali della marina di sua maestà ripensò completamente il design delle navi da guerra inglesi, giungendo al progetto di tre nuove unità. Le navi della classe *Devastation* erano volte a far fronte alla *Miantonomoh*, alle sue gemelle e successive, più grandi, edizioni. Nel 1866, mentre la nave americana rimaneva una chiara e reale minaccia, quella britannica apparve solamente come una risposta virtuale fino a che la *Devastation* non entrò in servizio nel 1873, seguita da altri modelli più potenti. In questo periodo fu riaperto il caso dell'affondamento della nave confederata *Alabama*, realizzata dai cantieri britannici, che non era stato considerato dagli inglesi per le leggi sulla neutralità. Con l'arrivo della *Miantonomoh* a Londra, infatti gli inglesi, avvedutisi che nessuna loro nave poteva rivaleggiare con quella statunitense, rividero le leggi sulla neutralità, il caso venne riaperto e in seguito risarcito.

La Western Union aveva in realtà progetti ben diversi che non il business delle telecomunicazioni in Europa. Un cavo terrestre che passasse lungo i confini della massa euroasiatica avrebbe lambito Cina, Giappone, India, stati del Golfo Persico e avrebbe conferito un ruolo predominante alla Western. Dalla linea terrestre si potevano posare cavi sottomarini che raggiungessero le Filippine e l'Australia. Un simile sistema di telecomunicazioni avrebbe garantito agli Stati Uniti il controllo del mondo.

I collegamenti con Cina e Giappone erano in linea con le ambizioni imperialistiche statunitensi. Dopo la seconda guerra dell'oppio, nonostante la Gran Bretagna fosse stata la principale potenza europea a sconfiggere la Cina, gli americani furono firmatari e beneficiari del trattato di Tientsin. Nel 1858, con la prima fase della guerra, si aprirono porti franchi a Gran

Bretagna, Francia, Russia e Stati Uniti. Nel 1854, il commodoro Perry che aveva combattuto nel golfo durante la guerra col Messico aveva costretto il Giappone ad aprire ai commerci statunitensi. Anche i collegamenti con Hong Kong, Australia e India erano in linea con i progetti imperialistici americani, anche se visti col senno di poi, si sarebbero rivelati inutili vista l'egemonia mondiale dell'impero britannico.

Nonostante l'ingente impiego di uomini, quasi tutti ex militari, impegnati dopo la Guerra civile per l'avanzata del cavo lungo la costa del Pacifico nordoccidentale e poi nella regione siberiana dell'Amur, tutto si rivelò inutile dopo la posa del cavo sottomarino del 1866. Gli inglesi non percepirono mai come concorrenziale la Linea Collins. L'imperialismo americano si concentrò d'altronde nei trent'anni successivi verso le regioni centrali del Nord America. Solo verso la fine del secolo avrebbero adottato un tipo d'imperialismo verso l'esterno e si sarebbe riaffacciata l'ossessione statunitense per la telegrafia a distanza.

XII

Dopo il successo dei cavi del 1865 e 1866, e vista la nazionalizzazione delle linee domestiche avvenuta nel 1868, si liberarono ingenti risorse finanziarie per la telegrafia. L'interesse britannico si spostò allora dall'Atlantico verso il resto del mondo e viceversa.

La prima linea di comunicazione tra India e Gran Bretagna, similmente a quella della Western Union transitava via terra, passando per Turchia, Balcani e Medio Oriente. Anche in questo caso il cavo terrestre fu conseguenza del fallimento della posa di quello atlantico del 1858. Nel gennaio 1865 entrò in funzione l'Indo-European Telegraph che collegava l'India alla Gran Bretagna, ma era costoso e lento e affidato a personale con scarsa dimestichezza con l'inglese e la scrittura, per cui si rivelò un disastro. In ogni caso era più veloce di una nave. L'agenzia stampa della Reuter e chi aveva interessi commerciali iniziarono a utilizzare la linea, ma non il governo britannico che non si fidava. Secondo gli accordi stipulati, la precedenza spettava ai governi locali delle nazioni attraversate e di conseguenza i telegrammi provenienti dall'estero venivano messi in attesa. C'era la costante paura dello spionaggio e i britannici temevano soprattutto il tratto passante attraverso la Russia, nemico recente della guerra di Crimea che aveva mostrato interesse per l'India.

La soluzione adottata fu un cavo sottomarino completamente britannico, posato in tre sezioni da tre società appartenenti a Pender. Rispetto al precedente cavo del Mar Rosso, questa volta la posa venne fatta adeguatamente e finanziata da investitori privati. Dopo l'insuccesso della Red Sea Company, che nel 1859 aveva lasciato ingenti debiti al governo inglese, il successo della Eastern di

Pender, fondata nel 1872 fu importante. Pareva che la gestione delle telecomunicazioni potesse essere affidata tranquillamente alle società private. Pender, fondò alte società che collegarono Australia, Cina e l'America Latina, l'Africa alla costa ovest dell'America.

In realtà presto si ripresentò l'esigenza di finanziamenti statali. Nel 1879 il governo britannico acconsentì a pagare alla Eastern, per vent'anni, trentaduemila sterline annue per sovvenzionare le linee dell'Australia e nel 1885 diciannovemila sterline all'anno per la costa occidentale dell'Africa. Dal 1893 al 1899, i soli sussidi per queste linee raggiunsero quota 134.000 sterline annue a cui si sommarono le trentaseimila sterline annue per cinquant'anni del fallimento del primo cavo del Mar Rosso.

Il controllo britannico dal 1870 alla fine del secolo fu contrastato solamente dalla Francia. Gli sforzi, però, non riuscirono ad attivare i finanziamenti necessari. La Francia possedeva anch'essa un impero mondiale, ma non un sistema di traffici di carattere mondiale, tale da giustificare l'investimento sui cavi. Dal 1870 in poi, la preoccupazione maggiore della Francia fu la vicina Germania e non tanto il proprio impero. Qualunque spesa pubblica che non fosse destinata al rafforzamento anti tedesco non era giustificato.

XIII

Gli unici a essere in grado di contrastare il predominio britannico erano gli Stati Uniti. Investimenti britannici erano comunque stati accettati negli USA sia per quanto riguardava i cavi, sia per le ferrovie. La mole di commerci che interessavano i britannici nel continente americano, l'importazione del cotone, del frumento e poi la realizzazione delle navi frigorifero che avevano consentito di trasportare le carni argentine, avevano creato una intensa rete di piroscafi, cavi sottomarini, e così via. Anche la sola attività di coordinamento di queste infrastrutture era assai redditizia.

In realtà questi erano solamente gli investimenti fatti alla luce del sole. Specie dopo il nazionalismo della fine del diciannovesimo secolo, vi era un secondo livello segreto di investimenti inglesi. Solamente negli anni venti del 1900, si ammise chiaramente davanti al Congresso degli Stati Uniti, che la maggior parte dei cavi sottomarini era stata realizzata con finanziamenti britannici. La maggior parte dei cavi era stata realizzata dalla Eastern che li aveva affittati agli statunitensi. L'aumento degli investimenti statunitensi, che nel 1911 decretò il controllo totale dei cavi, non preoccupò in realtà il governo britannico. Tutti i cavi, infatti, arrivavano in Inghilterra e da lì era possibile controllare e censurare i messaggi in transito assai facilmente.

Nei documenti geografici britannici dell'epoca salta subito all'occhio che il Regno Unito era al centro del mondo. Vi erano piani dettagliati riguardo ai cavi da tagliare in caso di scoppio di una guerra. Ci sono pagine dettagliate sui mutamenti avvenuti e le soluzioni da adottare contro la Germania o contro la Triplice Alleanza, con o senza la Turchia al fianco. L'intervento di Francia e Russia al fianco dell'impero britannico era considerato abbastanza probabile. Con l'alleanza di queste due nazioni sarebbe stato possibile isolare, tranciando i cavi, la Germania dal resto del mondo. Questo sarebbe stato possibile mediante il tranciamento del cavo all'altezza delle Azzorre, di Tenerife e Vigo. Questo, però, si ammetteva, avrebbe provocato risentimento da parte degli Stati Uniti. Inoltre, gli americani avevano adottato il principio della neutralità dei cavi. Alcune osservazioni contenute nel rapporto della commissione permanente per la difesa dell'Impero evidenziavano che in caso di una guerra via mare sarebbero stati fondamentali per un esito vittorioso gli arrivi di ordini e informazioni tramite i cavi sottomarini. Si sosteneva pertanto l'importanza dei cavi sottomarini in tempo di guerra, al pari se non più, di corazzate o incrociatori.

Dal 1890, si instaurarono una serie di tensioni e diffidenze tra inglesi e tedeschi, da parte dei tedeschi nei confronti degli statunitensi e inglesi e della marina americana nei riguardi dei britannici. Questo convinse i governi dei rispettivi paesi dell'importanza fondamentale dei cavi sottomarini. Il controllo di questi era considerata di fondamentale necessità. Si scatenò una lotta alla realizzazione del cavo che doveva collegare Asia e America attraverso il Pacifico. Le distanze erano enormi e la necessità di stazioni ripetitrici su terraferma conferì importanza vitale a isole prima insignificanti nel mondo. L'Ammiragliato britannico, poi, considerò il problema reale che un cavo posto in mari poco profondi avrebbe consentito a un possibile nemico di tranciare facilmente le linee. In conseguenza si pensò alla realizzazione di un cavo posato a grande profondità, che collegasse il Canada all'Australia. Con il completamento della linea ferroviaria Canadian Pacific Railroad, venne confermata la strategia della marina. Fu proprio Sandford Fleming, uno dei principali artefici della Canadian a spingere per la realizzazione della linea.

Questo progetto vide la forte opposizione di Pender, che temeva la disgregazione del monopolio della Eastern e Fleming dovette retrocedere. Negli anni novanta, però, il clima internazionale era mutato e i cavi della Eastern erano seriamente in pericolo. Si scatenò allora tutta una serie di tentativi di annessione di alcuni isolotti delle Hawaii da parte di privati britannici e statunitensi, che alla fine si concluse con la completa annessione da parte del cittadino statunitense Sandford B. Dole delle Hawaii, dove fu instaurato un governo provvisorio. Fallì pertanto il progetto di passare per tali isole. Si continuò a sostenere per anni l'esigenza di collegare le province lontane dell'impero con la Gran Bretagna e alla fine, la linea fu realizzata, ma con un tragitto assai

più lungo. Tra le motivazioni c'era quella di affrancarsi totalmente dai cavi statunitensi. Per la realizzazione della linea gli inglesi dovettero annettersi le isole Fanning, Christmas, Penrhyn e Suvarrow. Contemporaneamente anche una società statunitense aveva posato un cavo che, passando per le Hawaii, raggiungeva da San Francisco, l'Australia. Come osserva Huggil, ancora una volta la paranoia per la sicurezza della marina statunitense sembrava giustificata, dato che una linea transpacificca era completamente inglese e l'altra, sia pur clandestinamente, lo era per metà.

XIV

Allo scoppio della Prima guerra mondiale gli inglesi, come stabilito nel 1911 dal comitato per la difesa dell'Impero, tagliarono tutti i cavi tedeschi, azione che determinò anche il deteriorarsi dei rapporti con gli Stati Uniti. In poche settimane la Germania fu isolata e ai cavi seguì l'attacco al sistema di stazioni radiotelegrafiche in Africa e nel Pacifico. In questo modo si determinarono notevoli difficoltà di comunicazione per la marina tedesca e questa fu la principale causa di affondamento della *Kaiser Wilhelm der Grosse*, nave di linea riconvertita a incrociatore corsaro. In pratica nessuna nave tedesca poteva comunicare direttamente con il suolo nazionale.

Gli attacchi portati dai tedeschi ai cavi britannici ebbero invece scarso successo, così come la guerra da corsa nel Pacifico, che produsse più apprensione che reali risultati. In alcuni casi, come a Cocos-Keeling, i tedeschi colpirono cavi civetta, ma non quello principale che connetteva Singapore. Inoltre persero la *Emden* affondata dall'incrociatore australiano *Sydney*, avvisato via etere dell'inizio dell'attacco tedesco.

La neutralità americana che durò fino al 1917 può apparire come una posizione favorevole alla Germania, ma in realtà si trattò solamente di apparenza. Le comunicazioni tra Nauen e Sayville dovevano infatti svolgersi in 'chiaro', senza codici cifrati. La stazione radio tedesca di Tuckerton fu requisita dalla marina statunitense il 9 settembre 1914. A quella di Sayville fu concesso di operare fino al luglio 1915, quindi venne sequestrata col pretesto che l'installazione di un nuovo alternatore e una nuova antenna la rendevano una nuova stazione, che necessitava di nuovi permessi. Anche la stazione statunitense della Marconi presso Siasconsett, di proprietà inglese, fu requisita perché era stato trasmesso un messaggio "non neutrale", ma, con un diverso trattamento rispetto alla Germania, venne nel gennaio 1915 restituita con l'obbligo di trasmettere solamente 'in chiaro'. Nessun ascolto ottennero le proteste tedesche che contestavano agli inglesi di mantenere ancora i cavi di loro proprietà. Gli Stati Uniti furono in realtà più opportunisti che neutrali.

I tedeschi avevano comunque cavi a disposizione, ma ciò di cui mancavano era un facile accesso a comunicazioni dirette e sicure tra due punti. Per mantenere la sicurezza delle trasmissioni adottarono codici utilizzati nei segnali in transito sui cavi 'neutrali'. Questa ossessione per i codici si rivelò in realtà il loro tallone d'Achille. L'incarico di decodificare i codici tedeschi fu affidato a sir Alfred Ewing, professore di Cambridge e studioso di cifrari. Grazie a un libro di segnalazioni navali tedesco, fornitogli dai russi che avevano affondato un incrociatore germanico, egli iniziò la decodifica del codice tedesco, grazie alla collaborazione della sua équipe di crittoanalisti. Nel 1915 gli inglesi si resero conto che le informazioni diplomatiche tedesche venivano inviate via Stoccolma, come se fossero comunicazioni svedesi. Il traffico cessò in conseguenza delle proteste. Il governo svedese si limitò, quindi, a inviare cablogrammi tedeschi tramite Buenos Aires, con una deviazione di circa 10.000 chilometri che fu denominata "girotondo svedese". Anche se la stanza numero 40 dell'Ammiragliato, in cui lavorava Ewing, venne a conoscenza di questo preferì continuare a leggere i messaggi invece di costringere i tedeschi a cambiare nuovamente collegamento. Questa politica si protrasse fino alla fine del conflitto.

Tra i risultati di questa scelta ci fu l'acquisizione del telegramma Zimmerman, così chiamato dal nome del ministro degli esteri tedesco. Assieme alla guerra sottomarina totale esso fu tra i motivi che indussero gli statunitensi all'entrata diretta nel conflitto. Verso la fine del 1916, il conte Johann Heidrich Bernstorff, lamentandosi del girotondo svedese, aveva ottenuto il permesso dal presidente Wilson di comunicare direttamente con Berlino su canali statunitensi tramite messaggi in codice. In questa occasione il ministero degli Esteri tedesco pretese di trasmettere direttamente in codice un messaggio all'ambasciatore statunitense in Germania, James Watson Gerard. Visti gli ordini di Wilson, Gerard ebbe poca scelta nonostante la disapprovazione della procedura. Questa fu considerata una follia. La stanza numero 40 intercettò il telegramma di Zimmerman a Bernstorff durante il transito a Londra. Non tutto il messaggio poté essere decodificato e nemmeno si poteva protestare verso i "neutrali" statunitensi, dal momento che tale protesta avrebbe confermato i sospetti che la marina americana fosse spiata. Dopo una serie di analisi e intercettazioni decodificate si comprese che il telegramma di Zimmerman conteneva un'offerta al presidente messicano Carranza. Se il Messico si fosse unito alla Germania in una guerra contro gli Stati Uniti, avrebbe potuto riottenere i territori sottratti da questi ultimi in Texas, Nuovo Messico e Arizona.

Sembra che per non stimolare la paranoia della marina statunitense riguardo all'attività di spionaggio nei suoi confronti, i britannici abbiano presentato i risultati della decodifica come attività compiuta direttamente a Città del Messico. Alcuni simpatizzanti per la Germania sostennero che il telegramma fosse un falso, finché lo stesso Zimmerman ne testimoniò l'autenticità. Nel 1928,

sir Ewing rivelò che si era trattato di un comunicato strettamente confidenziale di lord Balfour (ministro degli Esteri britannico), tramite Page al presidente Wilson. Gli inglesi contemporaneamente ingannarono i tedeschi, facendo loro credere che il telegramma fosse stato intercettato a Washington dal servizio segreto americano. Tale vicenda dimostra, oltre al controllo britannico delle comunicazioni mondiali, anche la capacità di manipolarle a proprio vantaggio, senza rivelarne le fonti.

Molto del successo britannico era frutto dell'attività imprenditoriale di Pender e del gruppo Eastern, oltretutto di sovvenzioni governative e di privati inglesi. Ad ogni fallimento dei tentativi francesi, tedeschi e statunitensi di posa dei cavi sottomarini, la Eastern acquisiva azioni. Non è da stupirsi quindi se il cavo transpacifico nominalmente statunitense era almeno per metà britannico.

Per paradosso, fu la concorrenza interna a portare la Eastern sull'orlo del fallimento intorno alla fine degli anni venti, quando le poste britanniche adottarono la radiotelegrafia ad alta frequenza e l'antenna "a fascio" a onde corte della Marconi. Questa tecnologia era più a basso costo e nel giro di sei mesi le Poste si impadronirono del 68 per cento di tutto il traffico della Eastern Telegraph e della Eastern Extension e anche di più della metà di quello passante per il cavo transpacifico.

Per ovviare alla crisi, la Eastern fece ricorso agli appoggi politici. Pare che la Marconi all'inizio avesse proposto una fusione, che la Eastern aveva rifiutato, sostenendo che qualsiasi accordo doveva prevedere un trasferimento delle stazioni a onde corte del ministero delle poste sotto la sua proprietà. Per questi motivi il 30 settembre 1929 nacque l'Imperial and International Communications, rinominate cinque anni dopo come Cable and Wireless. Dodici membri erano della Eastern, mentre otto della Marconi, nonostante il pacchetto azionario fosse più favorevole a quest'ultima. Almeno secondo la versione del Sunday Times, Guglielmo Marconi si ritirò dalla sua stessa società risentito e ritornò in Italia divenendo un sostenitore del fascismo.

Anche in questo caso, controllando ben 253 stazioni, tra quelle a cavo e via etere, Londra si trovava saldamente al centro delle telecomunicazioni mondiali. Fra gli statunitensi vi era l'opinione che la fusione Eastern-Marconi avesse lo scopo di contrastare prepotentemente l'organizzazione radio-cavi americana. Solo tale concentrazione di capitali e sforzi avrebbe potuto battere i magnati statunitensi della comunicazione. In realtà, questa vicenda fu favorita dalla grande depressione che aveva colpito gli Stati Uniti, con il conseguente defilamento del governo federale verso tale settore.

Una testimonianza della persistenza del dominio inglese, si ha se si considera che, solamente nel 1943, gli Stati Uniti ebbero un cavo che non passava per la Gran Bretagna e comunque transitava per Gibilterra. Va anche evidenziato che solo quando la Gran Bretagna mise in comune la

disponibilità del materiale decrittato, compreso il famoso codice Enigma, gli Stati Uniti aumentarono del cinquanta per cento le loro informazioni diplomatiche.

Lo sviluppo della telefonia e delle telecomunicazioni fino alla seconda metà degli anni '50

Rispetto al carattere internazionale delle altre tipologie di telecomunicazione, la telefonia ha uno sviluppo nazionale decisamente circoscritto. Soprattutto verso gli ultimi decenni dell'Ottocento, il telefono era un dispositivo dalla portata assai limitata, adatto all'interno di un'area urbana, non in grado di collegare città diverse. La storia delle sue origini è soprattutto statunitense. Solamente dopo il 1900 e soprattutto dopo il 1915 si ebbe un'accelerazione dello sviluppo del settore. Fu dagli anni venti del Novecento che furono possibili collegamenti tra Stati Uniti e resto del mondo.

Per quanto riguarda l'affidabilità, essa fu una conquista degli anni cinquanta. Protagonista della ricerca fu in particolare la Bell. A svantaggio dell'espansione internazionale giocarono alcuni fattori, come la struttura tecnica della prima industria telefonica, la forma dei brevetti e licenze e accordi finanziari. Non furono poche le dispute giudiziarie. Con una di queste si arrivò a un accordo con cui la Western Union, nel 1879, assicurava alla Bell di rimanere fuori dal business del telefono e la Bell da quello della telegrafia. Tutto ciò faceva in modo che le azioni della telefonia richiamassero poco interesse da parte degli investitori britannici. Per via delle norme anti-trust, dal 1900 la Bell preferì concentrarsi sulla telefonia a lunga distanza. Si trattò di una sorta di monopolio "naturale", in quanto le piccole compagnie locali, per restare indipendenti, accettarono che il traffico venisse instradato sulle linee della Bell. Nel 1909, la AT&T, fondata dalla Bell arrivò vicino al monopolio delle telecomunicazioni statunitensi, acquisendo anche interessi rilevanti della Western Union. Violazione palese dell'anti-trust che costrinse la AT&T a vendere nel 1913 la sua partecipazione.

Per sviluppare il controllo delle grandi distanze, la AT&T creò centri di ricerca di eccellenza, giungendo nel 1925 alla costituzione della Bell Telephone Laboratories, che le consentì di occupare una posizione di predominio riguardo alla concessione di licenze di tecnologia telefonica al di fuori del Nord America.

Rispetto alla storia della telegrafia, che una volta risolti i problemi tecnici della costruzione dei cavi e dopo che fu acquisita un'adeguata conoscenza teorica della trasmissione, fu in grado di assicurare una copertura mondiale, quella della telefonia è assai più complessa. La trasmissione di segnali telefonici richiedeva infatti un consumo assai più alto di energia elettrica. Inoltre, la trasmissione di segnali telefonici necessitava di una teoria ben più complessa.

Tutto questo, compresa la necessità di acquisizione di approfondite competenze teoriche, richiese, a differenza della trasmissione telegrafica che in circa vent'anni fu in grado di funzionare adeguatamente, circa ottant'anni di ricerca e adeguamento tecnico. Nel primo decennio del ventesimo secolo, dopo sessant'anni dal suo esordio, il telegrafo collegava tutto il globo. Per il telefono fu necessario un massiccio programma satellitare statunitense, intervenuto tra gli anni sessanta e settanta. Osservava Hugill, nel momento in cui scriveva il presente testo, che tutto faceva pensare che nel futuro prossimo tutti avrebbero avuto un telefono personale a disposizione.

I

Nel 1877, Bell aveva già il sogno di collegare il paese da una parte all'altra mediante un apparecchio che consentisse di parlare a viva voce e con facilità.

Nel 1907, il presidente della AT&T parlava di un servizio universale e a basso costo. Se universale voleva dire a disposizione di tutti, già nel 1925 ciò era vero per la metà degli Stati Uniti, anche se il tempo medio di attesa per un interurbana era di circa due minuti e mezzo. Inoltre bisognava attendere che l'operatore richiamasse quando la linea diventava disponibile. Per effettuare la chiamata diretta a distanza, semplicemente alzando la cornetta e componendo il numero, bisognò attendere il 1951. Altre società telefoniche indipendenti riuscirono ad avere la DDD con qualche ritardo.

Nel 1963 ebbero inizio le chiamate internazionali dirette sulla rete Bell tramite operatore, mentre, dal 1970, direttamente. Le prime zone a essere servite furono New York e le città di Megalopolis, ovvero la regione atlantica compresa tra Washington D.C. e Boston. Verso la metà degli anni settanta si raggiunsero le città del cosiddetto Manufacturing Core. La realtà rurale del sud degli Stati Uniti fu raggiunta più lentamente.

Certamente i costi erano ancora alti, tanto che le interurbane erano utilizzate raramente dalle famiglie. Fino a dopo la seconda guerra mondiale il mondo degli affari fu il principale utilizzatore.

Si consideri che nel 1925 una chiamata di tre minuti da stazione a stazione costava quasi sedici dollari. Nel 1938, una chiamata su linea Bell da costa a costa, si faceva con circa un dollaro e settantadue.

Difficile è stimare i costi delle chiamate internazionali. Prima della seconda guerra mondiale la radiotelefonica attraverso l'Atlantico era assai costosa. Anche il sistema via cavo degli anni cinquanta non era alla portata delle famiglie dei consumatori. In realtà, i costi della telefonia

internazionale si sono ridotti negli ultimi anni, consentendone l'accesso alla maggior parte degli utenti.

Per quanto concerne la qualità, nella parte continentale degli Stati Uniti, era già ottima dal 1925, grazie anche al monopolio naturale della AT&T. In Europa, nonostante il tentativo della AT&T di raggiungere buoni livelli mediante l'esportazione di tecnologia, un buon livello fu limitato dagli interessi nazionali e, quindi, dalle interconnessioni dei confini. Per quanto riguarda le trasmissioni via etere, c'è da aggiungere che spesso venivano limitate quanto a qualità dalle attività climatiche e dalle macchie solari. Quelle via cavo erano più affidabili.

I governi europei, compresi quelli capitalistici come la Gran Bretagna, nazionalizzarono il settore delle telecomunicazioni. Inoltre continuarono a considerare più conveniente l'utilizzo del telegrafo. Questo era il mezzo più economico. Attraverso fattorini in bicicletta, poi in moto, era possibile consegnare a casa in breve tempo i telegrammi. Il telefono veniva visto ancora come uno strumento destinato agli affari e non era considerato un'apparecchiatura per le famiglie. La separazione tra società telegrafiche e telefoniche sostenuta negli Stati Uniti dal movimento anti-trust finì per rendere un ottimo servizio all'AT&T, agli abbonati e alle aziende. Fu impedito alle società telegrafiche di rilevare, dati i grandi capitali posseduti, le azioni delle compagnie telefoniche. Queste, ebbero, quindi, l'opportunità di sviluppare un esteso mercato del telefono spingendo i prezzi verso il basso.

II

Sempre per via del movimento anti-trust, si produsse una separazione tra produzione degli impianti e delle apparecchiature e quello delle linee. Questo consentì di perseguire un'espansione delle aziende americane nel resto del mondo, mediante consociate, anche nei paesi in cui la nazionalizzazione delle linee impediva la gestione della rete.

Nel 1882 la Western Electric creò la sua prima fabbrica europea ad Anversa e nel 1918 controllava la maggior parte delle attività legate alla produzione di telefoni nel mondo.

Unica in grado di rivaleggiare con la AT&T nella vendita oltremare di tecnologia telefonica fu la Strowger Automatic Switching Company dell'Indiana. Questa realizzò il primo centralino automatico e il telefono con disco commutatore. Bell rimase legato alla gestione del traffico tramite operatori umani. La modalità della Strowger era di gran lunga più efficiente e aprì la strada alla realizzazione di un sistema accessibile a tutti.

Dal punto di vista della geografia storica il successo del telefono è stato dovuto allo sviluppo della tecnologia della commutazione e della trasmissione e non tanto all'organizzazione aziendale o alle nazionalizzazioni.

III

La tecnologia della commutazione consentì la nascita dei sistemi telefonici. Certamente si era abituati all'intervento umano del centralinista, ma questo comportava alcuni problemi. I centralinisti (all'epoca soprattutto giovani donne) potevano commettere errori intendendo male un numero o eseguendo un collegamento sbagliato. Soprattutto però il collegamento comportava attenuazione, ossia una perdita di segnale.

La commutazione portò con sé rilevanti progressi tecnologici. Essa nacque comunque più per esigenze imprenditoriali che tecnologiche. Strowger era infatti un ex maestro di scuola diventato imprenditore, che era convinto che le centraliniste sbagliassero i collegamenti passandoli a concorrenti. Nel 1889 egli brevettò il suo meccanismo di commutazione meccanica. La prima installazione venne fatta nel 1892 nell'Indiana.

Dopo alcuni insuccessi, partendo da un modello che utilizzava pulsanti, nel 1896 i tecnici di Strowger inventarono il disco combinatorio. Il successo fu mostrato all'Esposizione Universale di Columbia del 1893 e i paesi europei iniziarono a interessarsene. La Siemens und Halske ottenne licenza di produzione nell'impero tedesco. Questa società migliorò sensibilmente la tecnica e la Germania divenne il primo paese ad assistere al successo della telefonia automatica.

L'altro problema era quello dell'attenuazione del segnale a distanza. Più lontani si era più il segnale si indeboliva. Si poteva agire aumentando efficienza del microfono e auricolare, ma non si potevano comunque raggiungere livelli adeguati. Nel 1915, fu inventato l'amplificatore a valvole termoioniche. Inserendo a determinate distanze lungo la linea amplificatori a valvole termoioniche si riuscì a ridurre notevolmente l'attenuazione.

Accanto a questo furono migliorati anche i microfoni. Bell si garantì il brevetto di Edison a polvere di carbone, ma con l'invenzione degli amplificatori il microfono cessò di essere un problema. Anche auricolari e batterie furono elementi che si rese necessario migliorare nel corso degli anni. Per quanto concerne le batterie si passò da sistemi personali posti vicino al singolo apparecchio, della cui manutenzione si doveva occupare l'abbonato, a quelli centralizzati, con batterie installate presso i centri di commutazione.

Dopo i miglioramenti indicati, rimaneva il problema dell'adeguamento delle linee di trasmissione. I primi circuiti metallici nel 1880 potevano offrire un servizio ristretto al solo ambito urbano. Via cavo si raggiunsero raggi d'azione fino oltre i mille chilometri. Dal 1915, grazie all'aumento del carico induttivo delle linee per effetto degli amplificatori fu possibile arrivare a un servizio nazionale a bassa capacità e a uno regionale con linee ad alta capacità. Dal 1942, grazie ai cavi coassiali e alla trasmissione a microonde, si ebbe un'elevata capacità trasmissiva in tutta la rete nazionale. Per quanto riguarda il sistema transatlantico, a partire dal 1956, si ebbe una discreta capacità trasmissiva grazie al cavo coassiale e agli amplificatori sottomarini. L'alta capacità inizierà la sua attività dopo il 1965, grazie ai satelliti della serie Intelsat.

IV

Le primissime linee telefoniche erano strutturate sul funzionamento di quelle telegrafiche che ne rappresentavano il modello. Un unico filo di ferro, con ritorno a terra. Il telegrafo trasmetteva a frequenze inferiori ai 30 Hz, mentre per trasmettere la voce umana, i segnali telefonici avevano bisogno di frequenze cinquanta volte superiori. Continuando a utilizzare il ritorno a terra come parte integrante del circuito, la telefonia a lunga distanza sarebbe stata impossibile. Anche migliorando le prestazioni di microfoni e auricolari, non si potevano raggiungere distanze oltre i 1300 chilometri.

Dall'inizio fu chiara l'utilità del telefono per il mondo degli affari e non a caso fu proprio l'area di Megalopolis e del Manufacturing Core, ad essere interessata all'ampliamento delle linee. La zona meridionale non fu sviluppata se non a ventesimo secolo già avanzato. Fino al dopoguerra, le linee della zona del New England e della costa occidentale, nonostante il progetto su scala nazionale della Bell e della AT&T, non ebbero un grande impulso, proprio perché meno interessate al mondo economico produttivo.

V

Per comprendere la propagazione dei segnali telefonici sulle lunghe distanze, serviva una profonda conoscenza teorica. William Thomson, noto come lord Kelvin, sviluppò dopo il fiasco del cavo del 1858 una adeguata teoria della propagazione dei segnali telegrafici a bassa frequenza lungo i cavi sottomarini. Oliver Heaviside, utilizzando le premesse di Thomson e grazie alle teorie matematiche di Maxwell, sviluppò una teoria della trasmissione molto più precisa. Heaviside

includere gli effetti dell'induttanza e della conduttanza della linea verso terra. Egli stabilì che senza una sufficiente induttanza che permetta all'energia di venire immagazzinata nel campo magnetico della linea una trasmissione efficiente non sarebbe possibile. Solamente verso la fine del secolo la Bell, nello sforzo di migliorare le proprie capacità di trasmissione, adottò la teoria di Heaviside. Il promotore di questa adozione fu George Campbell, che entrò a far parte della Bell nel 1897. Influenzato dalla teoria di Heaviside e specializzato in fisica ad Harvard, convinse la Bell che aumentando artificialmente proprio l'induttanza delle linee si poteva raggiungere una trasmissione a lunga distanza ben più efficiente. L'assunzione di Campbell fu possibile per scelta del suo predecessore John Stone Stone, che fece ripetute ricerche sul campo. Sfruttando le sperimentazioni di Stone, Campbell giunse a un elevato livello di raffinatezza matematica che consentì di annullare le perdite di segnale lungo le linee. Un elemento di riduzione fu l'introduzione delle bobine di carico a bassa resistenza che permettevano di aumentare il carico di induttanza. L'ufficio legale della Bell non seppe sfruttare quest'invenzione, tanto che nel 1900 il fisico Michael Pupin, della Columbia University, si aggiudicò il brevetto, che divenne il principale sistema dell'aumento del carico induttivo delle linee. La Bell dovette pagare 185.000 dollari, più altri 15.000 all'anno, per tutta la durata di sfruttamento del brevetto di Pupin. Questa vicenda spinse la Bell a intraprendere una ricerca scientifica più mirata e una politica dei brevetti più accorta.

L'introduzione delle bobine di carico ebbe tre effetti distinti riguardo al servizio fornito dalla Bell. Il primo fu quello geografico, perché grazie a questa introduzione fu possibile progettare reti a carattere nazionale con linee di tremila chilometri. Il secondo effetto delle linee ad alta induttanza fu a livello urbano, dove l'alta diffusione delle linee aeree aveva provocato una moltiplicazione di grovigli di cavi che necessitò di una soluzione. Anche le condizioni climatiche, la grandine e altri fattori provocavano una diminuzione dell'efficienza. Furono posati quindi cavi sotterranei che permisero di eliminare i fili aerei. Ciò produsse evidenti vantaggi, ma allo stesso tempo si manifestarono due nuovi problemi. Uno era il maggior livello di attenuazione che portava il limite geografico a cinquanta chilometri di distanza. L'altro fu la complicazione dovuta alla doppia tecnologia di cavi aerei e sotterranei. La Bell fu costretta a installare stazioni sotterranee dedicate alle linee a lunga distanza così da evitare la forte attenuazione del segnale che si poteva verificare con una telefonata inviata dal sistema urbano in cavo di partenza, attraverso una linea aerea (di lunga distanza), fino al sistema urbano in cavo di destinazione. L'introduzione delle bobine induttive nei cavi sotterranei produsse un miglioramento ancor più sensibile che nei cavi aerei. A New York l'introduzione di fili di rame di dimensione minori e le bobine d'induttanza consentirono notevoli risparmi. Questa città, grazie a tali innovazioni, restò al centro del sistema Bell.

Altro effetto dell'aumento del carico induttivo sulle linee fu l'impiego di cavi ad alta induttanza per il servizio a lunga distanza nell'area più importante in cui la Bell erogava i suoi servizi. Questo fu forse l'elemento più importante per le chiare conseguenze a livello economico e geografico.

L'aumento del carico induttivo non fu però la soluzione definitiva al miglioramento tecnico delle trasmissioni. Raddoppiava la capacità trasmissiva, che permetteva di aumentare l'efficienza a carattere regionale, ma non era consentita un'estensione a livello superiore. Il miglioramento delle bobine fece aumentare di un terzo l'efficienza rendendo possibile la sovrapposizione di un terzo circuito virtuale sui due circuiti metallici esistenti, in modo che quattro fili potessero trasportare simultaneamente quattro chiamate distinte.

V

Un raggio d'azione a livello nazionale si raggiunse solamente con l'amplificatore a valvole termoioniche del 1915. Fu possibile realizzare la prima linea transcontinentale tra New York e San Francisco. De Forest, nel 1907, aveva brevettato l'audion, un dispositivo che perfezionava un'invenzione di Alexander Fleming, consentendo di amplificare deboli correnti elettriche. Nel 1912, John Stone Stone, che all'epoca lavorava in proprio, si rese conto della portata dell'invenzione di De Forest e lo persuase a fare una dimostrazione davanti ai dirigenti della Bell. Nei primi mesi del 1915, prototipi di questo amplificatore furono provati sulla linea New York-Filadelfia e subito dopo nei servizi commerciali transcontinentali. Nel 1920, il perfezionamento degli amplificatori consentì un notevole risparmio che abbassò considerevolmente i costi delle chiamate transcontinentali.

La domanda dei servizi a lunga distanza subì un notevole incremento. Nel 1925 le linee interurbane della Bell erano diffuse in tutta la nazione. Nel 1900 si avevano quasi cinquecento chilometri di linee a lunga distanza, alla fine del 1926 erano divenute cinque milioni. Nel 1928, fu inaugurato anche il servizio diretto da New York a Los Angeles, che prima di allora doveva essere instradato per San Francisco.

Nel 1926 il 46 per cento delle linee erano realizzate in cavo. Questo, rispetto alle linee aeree, comportava l'installazione di un maggior numero di bobine d'induzione, nonostante l'amplificazione. Tuttavia un cavo composto da duecentosettantotto coppie garantiva una prestazione maggiore rispetto alle linee aeree.

Un altro progresso fondamentale nella tecnologia di trasmissione dei laboratori della Bell fu la realizzazione del cavo coassiale, che fu sviluppato anche per poter trasmettere segnali televisivi ad

alta definizione, Il primo cavo a trasportare segnale televisivo o più di duecento segnali telefonici fu sperimentato e sviluppato da Espenscheid e Strieby.

VI

Fu nel 1870 che si intuì la possibilità che le linee telegrafiche potessero funzionare in modalità multiplex, ossia, trasmettere più segnali simultaneamente. Proprio durante la sperimentazione delle bande di frequenza necessarie al multiplex, Alexander Graham Bell si rese conto della possibilità di trasmissione della voce. Per la realizzazione del multiplexer telefonico, però, fu necessario attendere lo sviluppo dell'amplificazione a valvole termoioniche. Le prime sperimentazioni vennero fatte nel 1914, ma la prima installazione commerciale fu realizzata nel 1918. Nonostante i vantaggi legati alla maggior capacità trasmissiva l'invenzione rimaneva limitata a un utilizzo di circa tremila chilometri. Si consideri che solamente il 2 per cento della linea interurbana Bell, nel 1926, utilizzava questa tecnologia. Nel 1950 tale percentuale era salita al sessantacinque per cento e nel 1976 al novantotto per cento.

Il sistema multiplex si basa su diverse onde portanti, di cui la più importante è quella di tipo C che non fu sostituita fino all'avvento del sistema più sofisticato della portante T1. La T1 consentì il passaggio dalla trasmissione analogica a quella digitale. Con tale sistema era possibile far viaggiare su ognuna delle coppie di un comune cavo fino a ventiquattro conversazioni contemporanee. La digitalizzazione consentiva poi la tolleranza di un livello molto alto di rumore, interferenze e distorsioni e di utilizzare amplificatori che consentivano di rigenerare il segnale rimuovendo quasi tutte le forme di degrado del segnale. La rigenerazione del segnale originale tramite gli amplificatori non comportava automaticamente che tale tecnologia potesse essere utilizzata sulle lunghe distanze. I Laboratori Bell stabilirono inizialmente in ottanta chilometri tale limitazione. Nonostante queste limitazioni, la portante T1 consentì un aumento consistente delle trasmissioni a livello urbano.

VII

Nonostante la vasta sperimentazione iniziale di radiotelegrafia e il successo delle trasmissioni radiotelefoniche transoceaniche che utilizzavano le onde corte e le antenne a fascio, nei

collegamenti terrestri le tecnologie basate sui conduttori rimasero le più convenienti fin dopo la Seconda guerra mondiale, quando ci fu l'avvento dei sistemi a microonde. La trasmissione a microonde è in realtà una derivazione del radar, elemento decisivo nella guerra aerea. Le microonde consentivano di trasmettere simultaneamente un numero elevato di conversazioni. I generatori di microonde utilizzati a bordo degli aerei erano dei generatori assai più potenti delle valvole termoioniche usate nella trasmissione a bassa frequenza. Lo sviluppo della trasmissione telefonica a microonde fu rallentato dalla scelta della Federal Communication Commission (FCC), che assegnò la priorità allo sviluppo dei collegamenti via cavo ad alta capacità della AT&T. Ci si chiede, però, come sia stato possibile che anche la Gran Bretagna, pioniera nello sviluppo del radar, non abbia percorso la strada dello sviluppo delle microonde.

Per la verità già negli anni trenta erano stati condotti esperimenti di trasmissione di un tale tipo utilizzando prima le valvole termoioniche, quindi, il klystron. Fu Marconi a comprendere per primo l'importanza delle comunicazioni ad alta frequenza. Nel 1916, aveva sperimentato un "sistema a scintilla" e nel 1931 cominciò la sperimentazione di un sistema simile per la telefonia, usando antenne paraboliche poste a distanza di circa venti chilometri nel golfo di Genova.

Uno degli esperimenti più avanzati fu quello compiuto nel 1931 in Inghilterra, dalla Standard Telephones and Cables, attraverso il canale della Manica. Si trattava di un relè telefonico a microonde. In realtà, non si hanno notizie approfondite riguardanti questi pionieristici esperimenti, poiché molte volte i risultati non venivano resi pubblici. E.G. Bown, pioniere del radar ad alta frequenza della Royal Air Force, si rammaricò in un suo scritto, di non aver avuto possibilità di utilizzare una simile tecnologia. In realtà, un sistema simile equivaleva a quello in possesso dei tedeschi alla fine degli anni trenta e, probabilmente, entrarne in possesso avrebbe significato frenare la ricerca che portò poi allo sviluppo del magnetron a cavità e del radar ad alta potenza e alte frequenze.

La STC dimostrò la possibilità di creare il relè a microonde, ma la tecnologia adeguata venne creata solamente durante la Seconda guerra mondiale e le derivate applicazioni commerciali solamente dal dopoguerra. Nella fase finale di questa gli statunitensi adottarono con successo sistemi di trasmissione da campo a microonde. Dal 1943, i laboratori Bell avevano messo a punto prototipi funzionanti, che vennero installati a partire dall'autunno del 1944 con la massima velocità, vista la contingenza dell'invasione dell'Europa. Sistemi difficili da sabotare, a patto che si fossero salvaguardati i ripetitori e difficili da decifrare per lo spionaggio, grazie alla modulazione a impulsi decodificati.

Negli Stati Uniti venne installata una rete di ripetitori, che trovarono però un ostacolo nelle ordinanze della FCC a favore del sistema via cavo della AT&T, le quali ottennero come solo risultato quello di ritardare la diffusione del sistema a microonde. Quando questa iniziò fu sotto il controllo della AT&T, fino a quando numerosi verdetti di tribunale e della stessa FCC posero fine ai privilegi di tale società.

Tutti questi avvenimenti impedirono per almeno dieci anni l'estensione della radiotelegrafia. Le microonde offrivano a basso costo la possibilità di trasmettere segnali televisivi e numerose conversazioni contemporaneamente. Tra il 1955 e il 1965, le radio a microonde, grazie al basso costo d'avviamento, fecero la parte del leone nel processo di crescita delle telecomunicazioni. I cavi coassiali richiedevano, invece, una complicata fase di acquisto dei diritti di passaggio lungo tutto il percorso di posa. Il lato negativo dei ripetitori a microonde, invece, era che potevano facilmente essere distrutti da disastri naturali o da un attacco nucleare, che negli anni sessanta era sentito come assai probabile. Questo provocò il ritorno al sistema coassiale L4, con capacità di 3600 circuiti.

Il primo collegamento riuscito a microonde della Bell fu il TD2, che si prefiggeva di collegare New York a Chicago, quindi Los Angeles a San Francisco e infine, Chicago a San Francisco. Nel 1980 questa rete toccava ogni città importante degli Stati Uniti e del Canada. Va però detto che, dato che i sistemi a microonde operano solamente "a vista", i ripetitori sono installati nei punti più alti, pertanto generalmente ben visibili.

VIII

Escludendo le eccezioni degli esperimenti di trasmissioni a microonde compiuti dalla STC in Gran Bretagna, soprattutto legati allo sviluppo del radar a scopo bellico, la maggior parte degli sviluppi tecnologici della telefonia e le applicazioni commerciali di essa sono avvenuti negli Stati Uniti presso i Laboratori Bell e, in misura ridotta, presso la GTE.

Anche in Europa, come negli Stati Uniti, i primi sviluppi delle reti telefoniche avvennero in ambito urbano. Se si considerano le dimensioni modeste degli stati europei, la realizzazione di reti

nazionali sarebbe potuta avvenire molto più velocemente. Le prime limitazioni alla comunicazione internazionale vennero eliminate con l'introduzione delle valvole termoioniche nel 1915. Solamente negli anni venti, però, si ebbe uno sviluppo delle linee internazionali, anche perché prima di allora non esisteva nessuna organizzazione sovranazionale. Furono le nazioni industrialmente più avanzate, Francia, Inghilterra e Germania ad attuare i primi utilizzi commerciali, anche se il gap con gli Stati Uniti continuò a sussistere.

In Germania, la Siemens und Halske aveva migliorato il centralino automatico di Strowger e nel 1913 aveva iniziato la sperimentazione con un amplificatore a valvole termoioniche, con alcune migliorie apportate da Robert von Lieben. Nel 1914 l'Ufficio postale tedesco installò una linea telefonica provvisoria che utilizzava queste valvole e collegava il Quartier generale centrale in Lussemburgo e il Quartier generale di Stato maggiore nella Prussia orientale. Grazie a tale linea fu possibile passare le informazioni che condussero all'interruzione, su disposizione del generale Paul von Hindenburg, della ritirata sul fronte occidentale e alla battaglia di Tanneberg. Il 21 agosto, il capo di Stato maggiore tedesco conte von Moltke rimosse il tenente generale von Prittwitz, al comando delle forze tedesche che fronteggiavano i russi in avanzata sulla Prussia orientale, per il tono disfattista percepito nella conversazione telefonica del giorno precedente. Il risultato fu una schiacciante vittoria tedesca nella battaglia di Tannberg, nonostante la superiorità numerica russa.

La diffusione della telefonia in Europa presenta una differenza di fondo rispetto a quella statunitense, consistente nella gestione diretta da parte degli stati. Mentre negli Stati Uniti esiste un modello basato sulla divisione delle proprietà, i governi europei gestivano in proprio i servizi, con appositi enti separati per la posta, il telegrafo e il telefono. Negli Stati Uniti invece, il servizio postale apparteneva all'amministrazione statale, il telegrafo alla Western Union, il telefono alla Bell e poi alla AT&T. Il servizio postale europeo era poco costoso e onnipresente, anche se molto lento. Il telegrafo leggermente più costoso, ma più veloce e assai diffuso, in quanto seguiva il tracciato delle ferrovie.

Nella maggioranza degli stati europei tale sistema di comunicazione a lunga distanza, fu quello maggiormente utilizzato fino agli anni '50 e '60. Il telefono fu considerato sempre uno strumento per le classi medio-alte delle città e per motivi di lavoro, anche se la maggior parte delle aziende continuarono a utilizzare il telegrafo. Tutto questo fu anche conseguenza della politica dei prezzi. Mentre la Bell forniva un servizio a forfait per il traffico locale con maggiorazione sul canone mensile, addebitando a tempo la sola chiamata interurbana, in Europa anche le chiamate urbane erano soggette a tariffazione in base alla durata. Tariffe, alti canoni mensili e una politica che favoriva soprattutto le aziende e gli uffici privati tennero a distanza l'utenza familiare europea.

Dopo la conferenza su telegrafo e telefono tenutasi a Parigi nel 1910 e, a partire dagli anni venti, dopo l'apertura del servizio transcontinentale, si sviluppò anche in Europa un servizio continentale. La distanza più lunga da raggiungere era quella dallo Stretto di Gibilterra ai Monti Urali. Nel discorso presidenziale tenuto a Londra nel 1922 da Frank Gill, ingegnere capo dell'Institution of Electrical Engineers, venne proposta la costituzione di un'equivalente europeo della AT&T, in cui fossero rappresentati i vari governi. Tale suggerimento portò nel 1923 a un meeting internazionale, con la formazione del Comité Consultatif International des Communications Téléphoniques à Grande Distance (CCI).

Il CCI, insieme alla International Chamber of Commerce, svolse un ruolo determinante per un servizio esteso in tutta Europa. Nel 1927 si tenne un congresso a Stoccolma i cui effetti testimoniano della crescita d'interesse verso la telefonia a lunga distanza. In una serie di punti questa tecnologia veniva indicata come importante: per l'abbattimento di ostacoli commerciali; per la comunicazione rapida tra città distanti, fattore rilevante per la stabilizzazione degli affari; per la semplificazione e la facilitazione di tutti i processi di produzione e distribuzione; per la riduzione della fluttuazione dei prezzi. Si sosteneva inoltre che la possibilità di comunicare a voce facilmente e rapidamente ogni volta che fosse necessario poteva rappresentare un mezzo per migliorare le relazioni sociali e sviluppare un punto di vista economico e sociale comune. In sostanza, si sosteneva anche l'opportunità di miglioramento della comprensione tra le nazioni.

Alcuni elementi messi in evidenza nella Conferenza, in particolare quelli che riguardano i rapporti commerciali, possono ben rappresentare la situazione degli Stati Uniti, come quella dell'Europa. Quelli riguardanti la comprensione tra le nazioni sono specifici delle problematiche dell'Europa, che aveva visto da poco concludersi la Prima guerra mondiale e sottoscrivere il Trattato di Versailles. In ogni caso, anche se era vero che tutti i risarcimenti andavano pagati in beni o servizi, era pur vero che tutti i governi tedeschi del dopoguerra erano assolutamente risolti nel non pagarli. Allo stesso modo, non c'era contatto a voce che potesse contenere la tensione crescente tra stati, che l'emergente egemonia statunitense ancora in embrione non poteva in qualche modo arrestare.

Confrontato col servizio telefonico sviluppato dalla AT&T, quello patrocinato dal CCI si rivelò molto costoso e inefficiente. Nel 1927 si giunse a diminuire sensibilmente i tempi d'attesa, ma durante le ore di punta per una chiamata da Parigi a Berlino si poteva attendere fino a 68 minuti. Nello stesso periodo, negli Stati Uniti, una chiamata interurbana vantava un'attesa di un minuto e mezzo. Il servizio più caro della Bell costava 23,4 franchi per 3 minuti, mentre la "tariffa lampo"

del CCI, ne costava ben 100. Non era offerta la chiamata diretta dell'abbonato ed era il centralino che doveva reperire l'utente e, solamente dopo, stabilire la comunicazione.

Gill faceva certamente gli interessi della AT&T, ma riteneva che, vista la dimensione delle singole nazioni europee, nessuna di esse avrebbe potuto accollarsi l'intero servizio e che per forza di cose, si sarebbe dovuto raggiungere un accordo internazionale, a meno che, non ci si volesse accontentare di un servizio molto inferiore. La scelta europea fu per il servizio inferiore. Il CCI rimase l'unico organismo deputato e il servizio telefonico rimase un mosaico frammentato e poco integrato. Nonostante già dagli anni venti fosse presente un'adeguata rete di linee telefoniche, mancava il cosiddetto software per il buon funzionamento. Fu l'ascesa del nazismo dopo il 1934 e quindi, il crescente successo degli attacchi militari contro le nazioni limitrofe, fino al 1941, a stimolare la formazione di una rete telefonica estesa a tutta l'Europa. Era evidente che la collocazione geografica della Germania la poneva in una condizione di centralità rispetto alle linee portanti. Nonostante questo, anche successivamente alla Prima guerra mondiale, la Reichspost mantenne il sistema a bobine d'induttanza, anche se la Telefunken aveva già sviluppato dal 1912 il sistema di trasmissione a onde ripreso poi dalla Bell. Con la Seconda guerra mondiale, il terzo Reich realizzò un'estesa rete di telefonia coassiale di elevata qualità. Questa rete comprendeva oltre ai territori conquistati, anche quelli degli alleati come per esempio l'Italia. Dalla Russia alla Sicilia, si estendeva questa rete di cavi, che in Germania era in grado di trasportare anche segnali radio e televisivi.

Se consideriamo l'insieme delle tecnologie avviate dall'invenzione del telefono ad opera di Bell verso il 1870 e l'estensione generalizzata del servizio verso la fine degli anni quaranta del Novecento, si evince che le limitazioni alla diffusione della telefonia non furono di natura tecnologica o economica, ma politica.

Dall'inizio degli anni venti, la Bell dimostrò sempre una politica di adattamento alle richieste di esigenze da parte dell'utenza telefonica. Dalle prime sperimentazioni a livello urbano fino a quello a lunga distanza, la Bell si organizzò sempre per adattare le tecnologie alle necessità.

Non vi fu mai un monopolio delle telecomunicazioni da parte della Bell. Non vi furono mai fusioni con le società telegrafiche e gli eventuali spostamenti in quella direzione furono sempre resi vani dal principio della competizione economica del modello americano. In Europa, pur in presenza di società urbane industrializzate mature per la crescita della telefonia e anche in situazioni di omogeneità linguistica, l'affermarsi del settore delle telecomunicazioni fu frenato dalla

nazionalizzazione delle aziende. Il telegrafo rimase ancora lo strumento predominante per le comunicazioni a lunga distanza.

Mentre la telegrafia acquisì presto la dimensione geografica internazionale, per quanto concerne la telefonia, essa fu considerata utile solo a livello continentale. Il problema della lunghezza dei cavi e della dispersione convinse che non era quella la strada da percorrere in via principale. Il primo collegamento di un certo rilievo fu quello nel canale della Manica, tra Londra e Parigi. Lo sviluppo dell'amplificatore a valvole termoioniche impiegato nelle lunghe distanze confermò questa convinzione. Poi, dagli anni trenta, l'invenzione di valvole termoioniche di ridotte dimensioni e quella dei cavi coassiali permisero ai tecnici della Bell di immaginare altre tecnologie che potessero servirsi degli stessi macchinari utilizzati per la posa dei cavi oceanici.

La storia della telefonia dimostra che essa ebbe non solo un carattere nazionale, ma fu concentrata nell'unico stato che presentava delle caratteristiche indispensabili al suo sviluppo. La politica americana mise in chiaro dall'inizio alla Bell che non avrebbe tollerato fusioni con aziende della telegrafia e allo stesso tempo impedì che la società mantenesse il controllo sulle società locali. Questo portò la Bell a dover sviluppare la sua tecnologia per le lunghe distanze come suo settore principale. Il monopolio naturale che ne derivò e la geografia degli Stati Uniti furono i motivi dell'ostinazione della Bell per i servizi di lunga distanza.

Da queste esigenze nacque l'interesse per una ricerca scientifica tesa alla ricerca di una tecnologia in grado di soddisfarle. Nuovi tipi di cavi e modalità di trasmissione furono il risultato di questo sforzo di ricerca e tutto questo proprio nel momento in cui la maggior parte dei tecnici e degli scienziati erano pronti a dichiarare che il telegrafo rappresentava la via meno costosa e più semplice per la telecomunicazione. La Bell fu l'artefice della realizzazione dei primi sistemi telefonici transoceanici e anche del primo satellite destinato alle telecomunicazioni.

La competizione delle grandi potenze intorno alla radiotelegrafia e alla radiotelefonia tra il 1896 e il 1917

La lotta per creare un'alternativa via etere ai cavi telegrafici, iniziata verso la fine dell'Ottocento, intensificatasi subito dopo la Prima guerra mondiale e stabilizzatasi negli anni venti con la creazione di un sistema funzionante a livello mondiale, fu messa in discussione solamente nel 1956 con la posa del primo cavo telefonico sottomarino transatlantico. Mentre la posa di cavi

richiedeva permessi di passaggio per le linee via terra e diritti di approdo per quelli sottomarini, l'utilizzo della tecnologia radio rappresentava uno spazio illimitato e incontrollabile.

La lotta iniziale si sviluppò tra Gran Bretagna e Germania, fin quando nel 1911 entrarono in competizione anche gli Stati Uniti. Il predominio della Gran Bretagna, che utilizzava la tecnologia a scintilla di Marconi, fu aggirato dagli statunitensi nel 1917, mediante l'utilizzo del sistema a onde continue. I britannici si rimisero presto in sesto con il passaggio alle onde continue ad alta frequenza della Marconi a partire dagli anni venti. In realtà, nessuna nazione vinse mai questa competizione e la conseguenza fu l'aumento del controllo britannico già di lunga data sulle linee telegrafiche sottomarine. Secondo alcuni autori l'uso della radio a onde continue a bassa frequenza sviluppata dagli americani aveva posto fine al monopolio britannico²².

In realtà, i britannici, negli anni trenta stavano completando l'installazione di una serie di stazioni a onde continue ad alta frequenza, che utilizzavano antenne direzionali a fascio, operazione che risultò molto importante dal punto di vista sia commerciale che strategico per tutto l'impero. Se il sistema economico statunitense si riteneva in grado di competere apertamente con quello britannico, per quanto riguardava il settore delle comunicazioni vi era qualche dubbio.

La lotta tra le grandi potenze per l'egemonia dei mercati e delle economie non può essere vinta se le comunicazioni viaggiano alla stessa velocità dei trasporti e delle merci. Per questo, quando la Gran Bretagna trovò la soluzione a questo problema creando il primo sistema di telecomunicazioni a livello mondiale, raggiunse una posizione egemone. Tale successo venne riconosciuto e invidiato e da subito se ne copiarono le tecnologie o se ne applicarono di alternative. Un governo che non fosse stato in grado di spezzare un simile monopolio delle comunicazioni, non avrebbe potuto succedere alla Gran Bretagna.

I

Lo sviluppo della radiotelegrafia si può considerare suddividendone la storia in due principali periodi. Il primo è quello caratterizzato dalla creazione di Guglielmo Marconi del sistema funzionante a trasmissione a scintilla e dall'introduzione da parte di Oliver Lodge dell'impiego di un circuito trasmittente e di uno ricevente accordati sulla stessa frequenza (sintonia).

²² P. J. Hugill, *op. cit.*, p.116

Il secondo periodo è caratterizzato dall'emergere della tecnologia a onde continue ed è notevolmente più complesso. Tutto questo è stato analizzato in due testi da Hugh Aitken²³. Questi periodi si concludono con l'affermarsi della RCA, all'inizio degli anni venti, sorta allo scopo di controllare il confuso mondo dei brevetti in contrasto tra loro che rischiava di paralizzare il settore negli Stati Uniti. Un'altra autrice a trattare di questi sviluppi è Susan Douglas, che esamina gli eventi sul piano del contesto istituzionale e culturale, ma non da quello geopolitico²⁴.

Analizzando più attentamente lo sviluppo delle telecomunicazioni via etere fino alla Seconda guerra mondiale si possono individuare quattro periodi: premesse teoriche, tecnologia a scintilla, ricerca sulla tecnologia a onda continua, tecnologia ad alta frequenza (onde corte).

II

Il matematico inglese James Clerk Maxwell, nel 1865, riprese le intuizioni di una teoria matematica coerente dei campi elettromagnetici di Michael Farady. La teoria, tra le altre implicazioni, indicava che poteva esserci la possibilità che le onde elettromagnetiche si propagassero anche attraverso lo spazio e non solo per mezzo di conduttori. Il campo elettromagnetico si propaga sotto forma di onde viaggianti alla velocità della luce. Anche la luce visibile, secondo Maxwell, è una radiazione elettromagnetica ad alte frequenze, all'interno di un ristrettissimo spettro.

Nel 1888, in un esperimento del fisico tedesco Heinrich Hertz furono generate delle onde elettromagnetiche a bassissima frequenza radio. Hertz riuscì a osservarne la propagazione nello spazio esterno ai conduttori, "rivelandole" attraverso un ricevitore e constatando che la loro velocità era pari a quella della luce. Egli aprì la strada ad altri studiosi riguardo al considerare le radiazioni elettromagnetiche quale potenziale vettore per il trasporto di informazioni.

Nello stesso anno, Guglielmo Marconi, figlio di un ricco proprietario terriero, iniziò a effettuare esperimenti allo scopo di impiegare le onde hertziane alla telegrafia senza fili. Marconi non era un fisico teorico, ma aveva una grande abilità pratica. Egli era in contatto con Augusto Righi dell'Università di Bologna, uno dei pochi ad aver compreso adeguatamente l'opera di Hertz. Nonostante le obiezioni del marito, la madre di Marconi, fece in modo che Righi ne diventasse l'insegnante e finanziò gli esperimenti del figlio. Hugill, osserva che fu probabilmente la madre di Marconi, irlandese di nascita, ad instillare nel figlio la coscienza dell'importanza delle

²³ P. J. Hugill, *op. cit.*, p.117

²⁴ *Ibidem*

comunicazioni per l'impero britannico. Marconi, dopo aver tentato di vendere, senza successo, il suo sistema di radiotelegrafia alle poste italiane, si recò assieme alla madre nel 1896 a Londra, per proporre il sistema alle poste inglesi. Il sistema di Marconi avrebbe potuto rompere il monopolio degli interessi che gravitavano intorno ai cavi sottomarini se adeguatamente perfezionato.

Un altro a comprendere la portata delle teorie di Hertz fu Oliver Lodge, che, diventato professore di fisica sperimentale all'University College di Liverpool, riuscì nell'intento di sperimentarle. . Lodge utilizzando lunghi fili metallici come guide d'onda, non dimostrò la propagazione delle onde elettromagnetiche nello spazio vuoto, ma verificò la validità della teoria di Hertz. Nel 1894 egli , che oltre a essere un fisico era un ingegnere, mise a punto l'embrione di quello che avrebbe potuto essere un sistema di radiotelegrafia. Nonostante Lodge avesse a disposizione un laboratorio fornito e finanziamenti universitari cospicui, non incoraggiò lo sviluppo della sua applicazione, fin quando nel 1896 giunse in Inghilterra Guglielmo Marconi a depositare la sua prima richiesta di brevetti. Nel 1897, Lodge registrò due brevetti riguardanti il miglioramento della telegrafia sintonizzata. Lodge comprese la necessità della sintonia, ovvero della generazione di onde elettromagnetiche a una particolare frequenza di oscillazione, impiegando un ricevitore sintonizzato sulla stessa frequenza. Senza sintonia, le telecomunicazioni via etere non avevano nessuna valenza commerciale. Il sistema originale di Marconi utilizzava una gamma dello spettro elettromagnetico così estesa che si poteva lavorare con un solo trasmettitore alla volta. L'apporto di Lodge fu la possibilità di divisione dello spettro elettromagnetico in intervalli discreti. Ciò rese la radiotelegrafia utilizzabile commercialmente.

Dopo che Marconi, nel 1901, dimostrò la possibilità di propagare attraverso l'Atlantico un segnale, c'era la necessità di una maggior comprensione teorica del fenomeno. Due fisici, Kennelly e Heaviside, avevano dimostrato che le onde radio non si perdevano orizzontalmente nello spazio, ma che uno strato ionizzato dell'atmosfera era in grado di rifletterle. In realtà la situazione era ben più complicata. Le onde lunghe di Marconi non venivano riflesse dallo strato di ioni, ma seguivano la curvatura della Terra. Per poter instaurare un servizio commerciale, c'era bisogno di comprendere meglio la composizione degli strati atmosferici. Fu compiuta un'esplorazione radio all'inizio degli anni venti. Le difficoltà legate alla comprensione iniziale della propagazione delle onde radio impedirono che un'azienda potesse accaparrarsi rispetto alle competitori il monopolio dei servizi commerciali. Con lo spostarsi della tecnologia dalle onde lunghe (a bassa frequenza) a quelle corte (ad alta frequenza), verso la metà degli anni venti, si crearono i presupposti per lo sviluppo della tecnologia radar, che fu realizzata negli anni trenta.

L'ipotesi di Kennely e Heaviside segnò la fine del periodo delle iniziali teorie sulla propagazione delle onde elettromagnetiche e delle trasmissioni. Le equazioni di Maxwell avevano avuto due verifiche sperimentali (Hertz e Lodge). Marconi aveva dimostrato che i trasmettitori a scintilla generavano onde hertziane e che propagandosi nel vuoto potevano trasportare messaggi in codice morse. Lodge aveva dimostrato la localizzazione mediante la sintonia e a loro volta Kennely e Heaviside avevano formulato un'ipotesi che spiegava perché le onde elettromagnetiche seguivano la curvatura terrestre.

Anche se la ricerca era ancora aperta c'erano già i presupposti perché le teorie fossero passate agli ingegneri per creare una tecnologia funzionante. Il primo a comprendere l'importanza di inserire la tecnologia in un'applicazione commerciale, con i conseguenti diritti di sfruttamento dei brevetti, fu Guglielmo Marconi. La Gran Bretagna non comprese realmente la potenzialità geopolitica di quanto le fu proposto e per questo non ottenne un ulteriore vantaggio nell'egemonia della comunicazione. Per circa una generazione, la geopolitica non seppe stare al passo coi tempi della tecnologia via etere e ci vollero ancora una trentina d'anni e una guerra mondiale per sfruttare tali potenzialità. In campo militare e quindi geopolitico.

III

Per mezzo di un interruttore coherer, Marconi generò onde radio in modo semplice, cioè attraverso l'emissione di scintille elettriche regolari ad alta intensità. Il coherer era un interruttore capace di diventare conduttore a seguito della ricezione di un segnale radio. Si poteva accendere o spegnere picchiettandoci sopra o scuotendolo. Marconi, introdusse l'innovativa possibilità di utilizzarlo come interruttore a tasto tipo Morse. Oltre a ciò, Marconi installò una prima antenna effettivamente efficiente, tale da migliorare l'invio e la ricezione di messaggi.

Uno dei motivi del successo di Marconi fu anche quello di nutrire una vera passione per la sua invenzione, della cui portata era convinto in maniera quasi ossessiva, differentemente da Hertz e Lodge, che si fermavano alla soddisfazione di aver dimostrato la teoria di Maxwell. Marconi voleva creare una tecnologia capace di inviare messaggi alle navi in alto mare. Proprio tale ossessione finì però per orientare le ricerche delle trasmissioni radio verso la direzione sbagliata.

La trasmissione a scintilla emetteva onde in tutte le direzioni. Solamente con il brevetto 7777 ottenuto da Marconi nel 1900 egli iniziò a focalizzare la sua attenzione su porzioni più ristrette dello spettro radio. Tale brevetto non era però ancora quello fondamentale sulla sintonia di cui l'italiano aveva bisogno. Era stato Lodge, come visto, a scoprire la sintonia e finché Marconi non ne acquistò

il brevetto nel 1910 rischiò di vedersi scavalcato da altre compagnie che non si facevano scrupolo a violare il 7777.

Nello sviluppo delle sue ricerche Marconi, imparò quello che oggi può sembrare ovvio, cioè che utilizzando antenne più grandi poteva giungere a distanze maggiori. Dove l'antenna non arrivava c'era bisogno di amplificazione. Questo fino a quando Marconi non scoprì le onde corte.

A Marconi fu precluso il mercato tedesco, in quanto il Kaiser in persona, spinse per una fusione tra la società elettrica AEG e la Siemens und Halske di Berlino. In Germania Slaby e von Arco, avevano sviluppato un sistema di radiotelegrafia a scintilla simile a quello di Marconi. La fusione tra le due società avvenne nel 1903, dando vita alla Gesellschaft für drahtlose telegraphie M.b.H. Berlin, semplicemente conosciuta come Telefunken. Si costituì il tipico semi-monopolio tedesco, favorito anche da una scuola tecnica di elevato livello, il cui principale cliente era l'esercito. Pur non producendo grosse innovazioni, la tecnologia Telefunken sopravvisse alla concorrenza della società di Marconi.

IV

Sorprende questo fallimento tedesco nello sviluppo e nella commercializzazione di apparecchiature per la radiotelegrafia. A cavallo tra i due secoli la Germania di Guglielmo II di Prussia era infatti più orientata della Gran Bretagna alla ricerca scientifica e alla tecnologica. I tedeschi avevano un numero cinque volte superiore di studenti iscritti alle scuole tecniche e il paese investiva venti volte di più in sovvenzioni alle università. Nel 1900 la Germania aveva prodotto il doppio in valore rispetto all'industria elettromeccanica britannica. Fino al 1912, però, la Marconi aveva venduto il doppio di dispositivi rispetto alla Telefunken e il suo dominio era assai più forte nella libera competizione fuori dai due imperi tedesco e britannico.

Hugill riporta la tesi del testo di Pocock sulla nascita della radiotelegrafia inglese, che afferma un legame diretto tra impero inglese e telecomunicazioni²⁵, mettendo però in evidenza che l'autore ne aveva colto soprattutto le implicazioni commerciali e non l'aspetto geopolitico. L'impero inglese aveva favorito lo sviluppo di una tecnologia radio e al suo interno la marina, l'organizzazione più innovativa dell'epoca nel paese, coglieva l'occasione per centralizzare comunicazioni, comando e controllo (C³). La tecnologia radio permetteva di comunicare da nave a nave e da queste alle

²⁵ P. J. Hugill, *op. cit.*, p.126

stazioni di terra, consentendo di dirigere immediatamente le navi dove necessario. Per tutta l'età edoardiana la marina vendette nuova tecnologia al governo.

La comunicazione radio permise di riacquisire il monopolio posseduto in precedenza con i cavi sottomarini. Era evidente l'importanza geopolitica che si offriva alla marina militare, che poteva beneficiare di comunicazioni centralizzate e immediate, rispetto a prima, quando le navi erano costrette a recarsi in una stazione telegrafica per ricevere ordini. Le comunicazioni via etere agivano da moltiplicatore di forze, che erano già nelle navi a turbine, nel combustibile liquido, nei bombardamenti aerei e dai nuovi "tank". Il bisogno radiotelegrafico dell'impero non fu solamente un bisogno commerciale, quindi, ma anche geostrategico e geopolitico.

Quattro forze interagivano, osserva Hugill, in modo discontinuo sotto l'ombrello della necessità geopolitica: tecnologia, geostrategia, controllo dei brevetti e sistemi per le comunicazioni. L'Inghilterra aveva una visione chiara degli eventi, la minaccia della successione alle potenze di mare da parte di quelle di terra. L'ascesa dell'impero tedesco rappresentava un pericolo verso la possibile espansione nell'Eurasia. L'accesso alle risorse che ne conseguiva poteva significare la fine dell'impero britannico e per scongiurare questo era necessario moltiplicare le forze. La tecnologia era sicuramente la forza più importante, legata com'era ai diritti iniziali di sfruttamento dei brevetti e allo sviluppo dei sistemi di comunicazione. Seguiva la geostrategia, suddivisa in forme politiche e forme commerciali.

Era poi chiaro che per avere una rete mondiale di telecomunicazioni via etere efficiente c'era la necessità di stazioni fra cui scambiare messaggi e ciò poteva essere assicurato da chi aveva più possedimenti. Per questo Gran Bretagna e Stati Uniti fecero la parte del leone, seguite dalla Francia e, quindi, dalla Germania. Alla fine del diciannovesimo secolo, gli Stati Uniti si comportavano come una qualsiasi nazione imperialista europea, raccogliendo i pezzi del disfacimento delle colonie spagnole.

V

Contro l'intuizione di Marconi riguardo all'importanza commerciale della radio e del controllo dei brevetti, gli oppositori adottarono tre differenti tecniche: gli accordi internazionali, la politica interna e i consorzi di sfruttamento dei brevetti.

La Germania nel settore dei brevetti si trovava in posizione di debolezza, quindi si avvalse per due volte di accordi internazionali per ampliare le sue possibilità comunicative. Il consenso che le

fu accordato da parte inglese fu una conseguenza dei contrasti interni al paese per osteggiare il monopolio della Marconi.

Riguardo ai brevetti, i più importanti furono quello di Marconi sulla radio del 1896, quello di Lodge sui circuiti sintonizzati e quello dei “quattro sette”, cioè il brevetto di Lodge acquistato da Marconi.

All’inizio l’italiano propose la sua invenzioni al British Post Office, che gli offrì molto poco in cambio. La madre, come anticipato, di origine irlandese-scozzese e appartenente a una ricca famiglia produttrice di whisky, lo consigliò di intraprendere una via in proprio, aprendogli le porte del mondo finanziario inglese grazie alle sue conoscenze. Marconi, nel 1897, fondò così la Wireless Telegraph and Signal Company, cercando di occupare il settore delle comunicazioni tra navi lasciato vuoto dal British Post Office, che, in virtù di un atto governativo, deteneva il monopolio delle comunicazioni interne. Queste ultime non potevano essere gestite da privati a scopo di lucro. Queste restrizioni spiegano il rifiuto di Marconi di vendere la sua apparecchiatura, di consentirne l’uso a terzi e di comunicare con impianti di altre società se non in casi di emergenza. La scelta della “non-intercomunicazione” divenne però poi un problema politico per la sua società.

Nonostante queste limitazioni, nel 1901, Marconi stipulò un contratto con i Lloyd’s che conferiva loro il monopolio della comunicazione nave-terra intorno alle isole britanniche in cambio della garanzia dell’adozione pressoché obbligata di apparecchi della Marconi imposta dagli assicuratori agli armatori di navi.

Il contratto inizialmente doveva durare fino al 1915, ma fu annullato per la pressione della conferenza per la telegrafia nel 1906. Fino alla vigenza, i vantaggi per la Marconi furono evidenti, visto che una nave equipaggiata con altri sistemi poteva comunicare con un’altra nave o con una stazione a terra solamente se si trovava in pericolo. Ci fu un incidente politico quando al fratello del Kaiser, il principe Heinrich, non fu permesso di comunicare con le stazioni Marconi a terra, perché la nave era equipaggiata con un apparecchio Slaby-Arco. Immediate le ripercussioni: il governo tedesco ordinò alle sue stazioni di usare solo impianti tedeschi e convocò la prima conferenza internazionale della radiotelegrafia in cui, insieme ad Austria, Francia, Spagna e Stati Uniti, criticò aspramente la politica della “non-intercomunicazione”. Solo Italia e Gran Bretagna rifiutarono la risoluzione anti Marconi e la società replicò che lo scopo reale della conferenza era quello di spianare la via alle comunicazioni via etere tedesche. La conferenza fu un chiaro esempio di manovra geopolitica.

Nel 1906, in una seconda conferenza promossa dai tedeschi e guidata da delegati statunitensi, venne firmata una bozza d’accordo dove ben ventisette su trenta nazioni si dichiaravano favorevoli

alla liberazione delle intercomunicazioni. Nel 1907 la Gran Bretagna ratificò il documento e nel 1908 si pose fine al monopolio della Marconi.

Il principio della “non-intercomunicazione” fu in realtà scambiato dagli inglesi con la possibilità di utilizzare le onde lunghe anche a fini commerciali e non solo militari, come avrebbero voluto americani e tedeschi.

Il ruolo degli Stati Uniti è comprensibile se si considera che la marina militare riteneva il vantaggio della Marconi e la rete di cavi sottomarini britannici un potenziale pericoloso nonostante la rassicurazione da parte inglese. In caso di una guerra la marina britannica poteva mettere sotto controllo l'intera rete delle comunicazioni e procedere al taglio dei cavi, come avvenne con quelli tedeschi nel 1914. Se la Marconi avesse dominato la radiotelegrafia mondiale la Gran Bretagna avrebbe mantenuto il suo dominio nelle comunicazioni mondiali anche via etere, che sarebbero andate ad aggiungersi al monopolio via cavi.

Non si trattava di xenofobia, ma piuttosto di anglofobia. I prodotti della Marconi venivano considerati dalla marina americana i migliori, ma nella sperimentazione del 1902 essi non furono testati e fu scelta come attrezzatura standard la tedesca Slaby-Arco. con relative proteste dei produttori statunitensi. In seguito fu stimolato l'acquisto di apparecchi di diversi produttori, per favorire la concorrenza e il miglioramento tecnologico. Nel 1906, su centocinque apparecchi, quarantacinque erano Slaby-Arco e sei Telefunken. Anche quando la Marconi abbandonò la politica precedente, offrendo tutta la gamma della sua attrezzatura, la marina statunitense non l'acquistò mai.

Nel 1912, in seguito al disastro del Titanic, si tenne la terza conferenza sulla telegrafia, che cambiò ben poco, ma stabilì che le navi di una certa classe dovevano obbligatoriamente montare un'apparecchiatura telegrafica. Nel 1910 gli Stati Uniti avevano già adottato questa norma su tutte le navi che trasportavano più di cinquanta persone. Il principale beneficiario fu la American Marconi, che, dopo le sentenze a suo favore dei tribunali statunitensi, aveva rilevato tutta la rete di apparecchiature su navi e a terra della United Wireless.

Una quarta conferenza era stata programmata per il 1917 a Washington, ma la Prima guerra mondiale né causò lo spostamento al 1927. Una quinta si tenne a Madrid nel 1932 e una sesta a Il Cairo nel 1938. Scopo di queste conferenze fu soprattutto l'assegnazione di frequenze ad uso commerciale per ridurre le interferenze tra stazioni.

A impedire un monopolio interno della Marconi in Gran Bretagna bastarono i conflitti interni tra interessi inglesi. Il British Post Office si schierò apertamente contro la Marconi quando comprese che questa aveva intenzione di perseguire i propri interessi e non quelli nazionali. Ne

sono prova l'offerta di sole 10.000 sterline alla Marconi per i diritti di sfruttamento e l'invito rivolto a Slaby, durante la sperimentazione nel golfo di Bristol, nel 1897. L'inglese copiò rapidamente la tecnologia dell'italiano. Anche dopo la costituzione della società di Marconi, su solidissime basi finanziarie, il British Office si rifiutò di alzare l'offerta.

Alla contrattazione con Marconi lavorò William Preece, a cui nel 1907 alcuni membri del parlamento ancora rimproveravano di non essere stato capace di impadronirsi della tecnologia dell'italiano. Per questa motivazione Preece e il Post Office divennero i principali nemici di Marconi. Lo stesso fu pugnalato alle spalle dal Post Office, quando dopo la conferenza del 1903 persuase il governo britannico ad abbandonare il principio della "non-intercomunicazione", ratificata, però, e per un solo voto, nel 1907. Un altro elemento che giocò a sfavore di Marconi e della sua proposta di costruire una rete imperiale di trasmettitori a scintilla fu lo scandalo del 1912, in cui il Post Office giocò un ruolo rilevante.

VI

Il progetto per dotare l'impero di una rete indipendente dai cavi sottomarini nacque nella conferenza imperiale di Londra del 1912, in cui si pensò a un piano per estendere la radiotelegrafia a tutto l'impero. Il ministro delle poste Herbert Samuel approvò un piano per la realizzazione di sei stazioni. Nel marzo 1912 venne affidata alla Marconi la realizzazione delle stazioni di Londra, Il Cairo, Aden, Bangalore, Singapore e Pretoria. L'"Electrician" lo definì un progetto straordinario.

A seguito di questo incarico la Marconi raggiunse il massimo del suo potere prebellico. Il resoconto societario del 1911 pubblicato sull'"Electrician" riporta tre punti importanti, tacendone però uno. I punti pubblicati riguardavano l'acquisizione del brevetto di Lodge e di un controllo virtualmente completo del traffico via etere sia in Russia che negli Stati Uniti. Quello non pubblicato era un accordo segreto con la Telefunken per non ostacolarsi a vicenda. Il brevetto Lodge sulla sintonia aveva enormemente rafforzato la posizione della società di Marconi. Dopo che era stato invalidato il brevetto dei quattro sette per via del prolungamento del brevetto di Lodge fino al 1918, Marconi fece la cosa più sensata acquistandolo nel 1910.

Con il brevetto in possesso la Marconi poté effettuare un accordo dietro le quinte con la Telefunken. Questa era consapevole che i suoi apparecchi violavano il brevetto del 1897 di Lodge e negava la validità di quello dei quattro sette di Marconi. Finché Lodge non tentò di far valere i propri diritti la Telefunken non era preoccupata, ma quando l'inglese ottenne il prolungamento del brevetto, realizzò un potente gruppo d'investitori, attaccando la marconi e costringendola a rilevare.

La Telefunken a questo punto non ebbe altra scelta che trattare segretamente con Marconi e nel 1911 acconsentì a porre termine alle controversie e alla condivisione dei brevetti. Dalla negoziazione nacque la DEBEG, che rilevò l'intero business delle comunicazioni via etere della marina mercantile tedesca. La Marconi e la sua affiliata belga possedevano il quarantacinque per cento della DEBEG, mentre il restante cinquantacinque apparteneva alla Telefunken. Anche in Austria venne raggiunto un accordo simile. Avendo risolto il problema tedesco, la Marconi si poteva rivolgere all'espansione mondiale.

Altro punto importantissimo fu l'acquisizione del controllo della Società russa di telegrafia e telefonia via etere, che consentì alla Marconi di tagliare dal mercato russo i tedeschi, anche grazie all'accordo di non interferenza con la Telefunken.

Inoltre, altro punto a suo favore fu portare in tribunale la società statunitense United Wireless, per via del brevetto di Lodge. Nel 1913, grazie alla vittoria legale su di essa, la American Marconi decise di ampliare l'attività, acquisendo la maggioranza della stessa United Wireless, che gestiva l'intero business delle comunicazioni via etere statunitensi, evitando l'intervento della corte suprema.

All'inizio del 1912, la Marconi si trovò sul punto di dominare l'intero mondo delle comunicazioni via radio. Aveva l'accordo con la Telefunken, il controllo del mercato russo e l'acquisizione della United Wireless, oltre a un'intesa con la Western Union. Con la costruzione delle stazioni britanniche il mondo intero sarebbe stato dominato dalla società di Marconi. Per stroncare la concorrenza della Australian Wireless Company, che era sul punto di concludere un accordo con la Telefunken, la Marconi chiese il diritto di ispezionare le apparecchiature per verificare che non fossero stati violati i suoi brevetti. Tutto fu sistemato grazie all'accordo con la Telefunken per la formazione di una nuova società australiana che avrebbe acquisito gli interessi di entrambe. In Australia il controllo totale delle comunicazioni via etere passò così agli inglesi e agli australiani.

Il completamento delle stazioni e la rete che consentiva di inviare messaggi attraverso tutto il mondo erano a buon punto.

VII

La Marconi si trovava quindi in posizione egemonica in tutto il mondo esterno all'impero britannico. Con lo scandalo che le investì sia la Marconi che la Gran Bretagna persero la possibilità

di riacquistare il predominio sulle telecomunicazioni mondiali nel periodo antecedente la prima guerra mondiale. Di conseguenza si crearono i presupposti per l'ascesa degli Stati Uniti.

Fu il British Post Office a porre ipoteche e a scagliare accuse sull'affare della creazione di una rete imperiale, accuse che, oltre a definire "pessimo" "l'accordo Marconi", calcavano i toni sulla corruzione che l'aveva consentito. Il vero scandalo nasceva da quello che oggi si chiamerebbe *insider trading*, per cui furono accusati i due fratelli Godfrey e Rufus Isaacs, il primo amministratore delegato della Marconi e l'altro membro della Camera dei Comuni e del governo, oltre a vari membri di gabinetto. La stampa politica più becera fece leva sul fatto che i fratelli Isaacs ed Herbert Samuel, ministro delle poste, erano ebrei. Il tutto ebbe quindi anche i risvolti di un attacco antisemita.

L'accusa riguardo a un presunto pessimo accordo, secondo Hugill, era la conseguenza della vecchia ruggine per le trattative fallite tra la Marconi e il Post Office. Il ministro veniva accusato di aver concesso troppo alla Marconi, a scapito della corona. L'accordo poi, contrariamente ai dettami della risoluzione unanime del congresso imperiale (sulla difesa) che il governo sarebbe stato tenuto a rispettare con l'istituzione di "una rete di stazioni connesse via etere di proprietà dello stato britannico"²⁶ istituitiva invece una partecipazione tra stato e una società privata, la Marconi appunto.

Un altro sospetto avanzato dal Post Office riguardava il fatto che la tecnologia a scintilla poteva essere sorpassata dall'emergere della tecnologia ad arco con onde continue. L'accordo doveva quindi essere riconsiderato anche per quanto riguardava il punto di vista scientifico e non solo commerciale.

Alle accuse Rufus Isaacs, ministro della giustizia, replicò che non esisteva nessun legame tra i suoi interessi e l'oggetto dell'accordo e che nessuna influenza era stata da lui usata come fratello di Godfrey, amministratore delegato della Marconi. Anche Herbert Samuel negò qualsiasi coinvolgimento e difese la scelta fatta, perché riteneva che solo la Marconi possedeva la tecnologia necessaria alla creazione di una rete imperiale radiotelegrafica. Inoltre i suoi esperti gli avevano comunicato che la tecnologia ad arco non poteva sostituire quella a scintilla, in quanto il Gruppo Poulsen, possibile *competitor* della Marconi era sì riuscito a inviare segnali alla distanza di tremila chilometri di notte, ma non era detto che potesse farlo di giorno, mentre le comunicazioni dovevano avvenire sia di notte che di giorno. Pur essendo stata fatta una buona offerta dal Gruppo Poulsen, non si poteva effettuare un test per saggiarne la rispondenza ai requisiti richiesti prima di dodici mesi, perciò si era ritenuto di accettare l'offerta della Marconi, già pronta per la realizzazione degli impianti.

²⁶ P. J. Hugill, *op. cit.*, p.142

L'operato di Samuel si può ben comprendere alla luce di considerazioni di carattere geostrategico, se si pensa che si stava precipitando verso la Prima guerra mondiale e bisognava trovare un'alternativa ai cavi sottomarini. La Federal Telegraph possedeva una tecnologia accettabile, ma non ancora dimostrabile, inoltre presso gli statunitensi esistevano, soprattutto presso la marina, sentimenti filotedeschi e antibritannici. E la Federal non era altro che un'emanazione della marina americana.

Quanto all'accusa di corruzione nei confronti dei fratelli Isaacs, sebbene molti giornali avessero liquidato lo scandalo come un problema di antagonismo sottacente l'antisemitismo, il problema esisteva, poichè Godfrey Isaac si espose avendo acquistato e fatto acquistare ai suoi fratelli, compreso il ministro della giustizia, che a sua volta le girò a due colleghi di governo, azioni della American Marconi. Non fu ritenuta sufficiente la difesa implicita nelle parole dell'amministratore delegato che asseriva che le azioni erano di una società statunitense e quindi non si configurava nessun conflitto d'interesse. Egli sapeva bene che, a lungo andare, queste azioni sarebbero servite a finanziare la American Marconi per il collegamento, tramite la ricapitalizzazione interna della United Wireless Company, del mondo via etere passando per il Pacifico.

Dopo un dibattito durato un anno e senza che la Commissione d'inchiesta della Camera dei comuni trovasse motivi unanimi d'accusa, tutti si trovarono d'accordo nel 1913 nel prosciogliere i ministri coinvolti nella vicenda. La Camera dei Lord che operò un'inchiesta separata per il membro Lord Murray coinvolto nello stesso affare dichiarò che nessuno che detenesse cariche pubbliche doveva mai speculare in titoli e azioni, anche se per buoni motivi.

Il 7 agosto del 1913 fu firmata dalla Camera dei comuni una revisione del contratto e un anno dopo, allo scoppio della guerra questo fu definitivamente cancellato. Analizzando col senno di poi, afferma Hugill, ciò fece sì che la rete imperiale fosse ritardata di un anno e non ancora terminata allo scoppio della guerra. Se il lavoro della Marconi fosse iniziato nel 1912 le stazioni egiziane e indiane sarebbero state operative, cosa che invece non fu.

Nel 1913 la American Marconi completò il collegamento San Francisco-Honolulu, che fu esteso nella metà del 1915 al Giappone. Tale collegamento rivelò tutta la sua utilità quando la nave corsara tedesca *Emden* operò il tranciamento del cavo sottomarino nel Pacifico, distruggendo anche, parzialmente, il ripetitore sull'isola Fanning. Il valore geostrategico del collegamento venne in quell'occasione esaltato, ma in realtà fu l'esperienza tedesca a evidenziare in modo lampante il valore della comunicazione via etere. Allo scoppio della guerra, infatti, i britannici tagliarono i cavi transatlantici tedeschi e portarono le estremità tagliate sulla terraferma, in Gran Bretagna, così da estendere ulteriormente la loro rete di cavi sottomarini. Per i tedeschi l'unico mezzo di

comunicazione divenne la potente stazione radiotelegrafica Telefunken di Berlino, che permise grazie alle altre trasmettenti presenti in Togo, in Africa sud-occidentale e negli Stati Uniti, di diffondere trasmissioni di propaganda ventiquattro ore su ventiquattro.

Pur trattandosi di propaganda, ciò consentì alla Germania di controbattere al dominio pressoché totale del flusso d'informazioni provenienti da Gran Bretagna e Francia verso l'America. Poche delle stazioni tedesche ebbero lunga vita, infatti, nel luglio 1914, le stazioni Telefunken a Dar-es-Salaam, a Samoa e Yap, nelle Isole Caroline, furono distrutte. I tedeschi distrussero anche la loro stazione nel Togo per paura che cadesse in mani nemiche. Gli Australiani conquistarono poi, in settembre, le stazioni delle Isole Marshall e della Nuova Pomerania. A novembre, i giapponesi presero la stazione di Kiauchau. L'ultima stazione tedesca, quella molto potente di Windhoek, in Africa sud-occidentale, cadde nelle mani di un contingente dell'Unione Sudafricana il 12 maggio 1915.

Visto che gli inglesi non possedevano la sospirata rete imperiale, contrattarono immediatamente con la Marconi l'installazione di tredici stazioni a lungo raggio in varie isole tra il Pacifico e l'Oceano Indiano, quindi nelle Falkland. Quest'ultima stazione, però, divenne operativa solamente alla fine del 1916.

Lo scandalo Marconi risulta estremamente affascinante, anche se non è chiaro a chi giovò. Risulta ben chiaro, invece, chi perse nella vicenda. Le colpe furono attribuite anche ai tedeschi. Alcuni documenti recuperati dopo la guerra dalla Germania dimostrano che sir Henry Norman, del British Post Office, all'inizio del 1914 aveva considerato rapporti d'affari con la Telefunken, il che non comprometterebbe il periodo antecedente. Inoltre, la Marconi e la Telefunken intrattenevano comunque rapporti amichevoli. Avendo poi la Marconi acquisito le attività marine della DEBEG, il beneficio geostrategico della Germania sarebbe stato tale solamente se i tedeschi fossero riusciti a tagliare i cavi sottomarini inglesi, cosa che non fecero mai.

Le accuse di antisemitismo mosse dagli Isaacs, e dell'antagonismo commerciale si rivelarono fondate, ma era pur vero che all'inizio del 1900 gli ebrei risultavano ben inseriti nella vita pubblica e negli affari britannici. L'antisemitismo sembra quindi più una copertura che una causa dello scandalo Marconi, così come la xenofobia contro l'italiano Marconi, molto ben introdotto, come si è visto, in Gran Bretagna. Marconi si era anche sposato con un'irlandese e nel 1914 re Giorgio lo nominò cavaliere. L'antagonismo con il governo era evidente, ma come osserva Hugill, chiunque fosse stato il responsabile dello scandalo Marconi, non sarebbe stato né il primo né l'ultimo in politica, a essersi abbassato a giochi sporchi. Visto poi che il governo rimase in carica, non è facile comprendere chi si avvantaggiò dalla vicenda.

La motivazione più plausibile sembra quella contenuta nella difesa di Godfrey Isaacs, secondo il quale lo scandalo sarebbe stato provocato dai sostenitori londinesi del Gruppo Poulsen, che avevano presentato un'offerta concorrenziale per la realizzazione della rete imperiale britannica. La scansione temporale della difesa di Isaacs esclude il coinvolgimento dei tedeschi e mostra che Isaacs avuto informazione di un attacco che sarebbe stato portato verso il contratto tra la Marconi e il governo. Il gruppo era appunto quello dei sostenitori Poulsen.

L'amministratore delegato affermò di aver prestato poca attenzione a queste voci, ma poi in seguito altri gli avevano confermato che sarebbe stato sferrato quest'attacco per mettere in crisi il governo e far decadere il contratto per favorire il Gruppo Poulsen. Si può prospettare che ci siano stati anche gli interessi della marina statunitense, visto che già questa era dotata della produzione Poulsen.

Effettivamente, dallo scandalo sia la marina statunitense che la Germania trassero comunque dei vantaggi geostrategici. Fu anche una vittoria geopolitica per gli americani, visto che fu impedita la realizzazione di una cintura via etere della Marconi fino alla fine della guerra. Quando i piani tornarono in voga, la marina statunitense e la Federal Telegraph avevano già realizzato la loro rete di portata mondiale.

La fine del diciannovesimo secolo rappresentò un periodo assai critico per l'assetto mondiale. La multipolarità evidenziò il declino dell'egemonia britannica molto più in campo economico che militare. Secondo alcuni la Gran Bretagna aveva peccato di dismisura imperiale. Per poter mantenere le proprie conquiste aveva investito molte energie in campo militare, fino a non poter più sostenere il livello della spesa. Stati Uniti e Germania assumevano il ruolo di potenti sfidanti in attesa di un passo falso della concorrente. Il Titano stanco, come fu definita la Gran Bretagna²⁷, però, non crollò neanche sotto le imponenti spese militari della Prima guerra mondiale, tanto che a uscire schiacciata fu la Germania imperiale. Sia dal punto di vista militare che economico. Gli Stati Uniti invece si imposero come l'economia dominante a livello mondiale, rimpiazzando in questo modo la Gran Bretagna come la più grande nazione creditrice della Terra.

La marina militare statunitense riteneva nel corso del primo ventennio del Novecento di poter far raggiungere l'egemonia agli Stati Uniti in due modi: la realizzazione di una potente flotta da guerra e la realizzazione più o meno segreta di una rete di comunicazioni via etere a lungo raggio da contrapporre al sistema britannico di cavi sottomarini. Prima e durante la Prima guerra mondiale, fu facile per la marina finanziare la Federal Telegraph con quelli che oggi potrebbero essere definiti fondi neri. Dopo l'affermarsi delle indagini pubbliche, ciò non fu più possibile. Durante la guerra

²⁷ *Ibidem*, p.149

furono poi sospesi i diritti dei brevetti commerciali, i cui detentori furono costretti a tollerarne massicce violazioni per gli interessi nazionali. Nel 1919 gli equilibri di mercato vennero ristabiliti e l'unica soluzione per la marina fu di persuadere i detentori di brevetti per la radiofonia a convergere in un *pool* riunito nella RCA. Inizialmente questa fu un'entità geopolitica, ai cui sicuri successi iniziali si contrapposero però poi problemi di natura politica e tecnologica. Alla fine dovette strutturarsi come una vera e propria azienda convenzionale, orientata al profitto e verso la produzione di programmi radiofonici d'intrattenimento per il pubblico statunitense. In sostanza questo tentativo statunitense di uno sviluppo della comunicazione via etere a bassa frequenza si rivelò un fallimento.

I concorrenti dell'egemonia britannica

I

La trasmissione via onde continue rispetto a quella a scintilla presentava due vantaggi. Uno era quello di consentire una sintonizzazione più accurata e semplice, l'altro quello di impiegare un minor dispendio d'energia. Inoltre questo sistema di trasmissione poteva aprire il campo all'invio di segnali telefonici oltre Oceano, cosa che i cavi sottomarini avevano mostrato di non poter fare.

La tecnologia a scintilla non dava la possibilità di inviare scariche susseguentisi in rapida successione in modo tale da trasmettere la voce umana. Si produceva, in pratica, una conversazione simile a quella di un balbuziente, come evidenziò nel suo testo del 1907 *Wireless Telephony in Theory and Practice* Ernst Ruhmer²⁸, che indicò anche due modi per generare le onde continue, attraverso l'arco e l'alternatore. Una terza modalità mediante la valvola termoionica o triodo fu scoperta mentre l'autore scriveva il suo libro. Essa venne rapidamente sviluppata per le necessità belliche della Prima guerra mondiale e, durante i primi anni postbellici, per ragioni d'intrattenimento. Le valvole termoioniche resero possibile l'impiego di frequenze più alte, che unitamente all'impiego delle antenne a fascio, resero più sostenibile la radiotelegrafia.

II

²⁸ *Ibidem*, p.151

Ruhmer dimostrò nel biennio 1904-05 che scintille ripetute a velocità elevate potevano produrre oscillazioni che si avvicinavano a quelle di un'onda continua. Quest'idea, che si rivelò di difficile applicazione pratica, fu ripresa dall'ingegnere danese Valdemar Poulsen, il quale scoprì che innescando un arco nell'idrogeno invece che nell'aria si poteva riprodurre l'onda cercata. L'applicazione costituì la base per il primo trasmettitore a onde continue, che si rivelò poco pratico per la radiotelefonìa, ma che fu importante per la radiotelegrafia dei primi del Novecento.

Elwell, ricercatore di ingegneria elettronica alla Stanford University, nel 1909, dopo aver studiato la tecnologia di Poulsen in Europa e avervi apportato dei miglioramenti, tornò negli Stati Uniti dimostrando la possibilità di trasmettere segnali di radiotelefonìa. Alcuni suoi finanziatori diedero vita alla Poulsen Wireless Telegraph and Telephone Company, divisa poi in due società, la Poulsen Wireless Company (la controllante) e la Federal Telegraph Company (l'operativa).

Le prime trasmissioni di radiotelefonìa furono compiute da Elwell all'inizio del 1910 tra Stockton e Sacramento, deliberatamente interrotte dalle interferenze del potente trasmettitore della United Wireless di Sacramento. In quell'occasione Elwell sperimentò che i segnali telegrafici prodotti col sistema ad arco non erano così soggetti alle interferenze e che consentivano una sintonia piuttosto accurata. Risultati del genere non erano possibili neanche con i migliori trasmettitori a scintilla. Nel 1912 la Federal Telegraph aveva sviluppato un adeguato sistema di trasmissioni radiotelegrafiche che competevano con il sistema cablato. Fu possibile collegare San Francisco a Honolulu a una distanza di 3600 chilometri attraverso il Pacifico, anche se le trasmissioni avvenivano solamente durante la notte per via delle interferenze atmosferiche diurne. Le tariffe erano assai competitive rispetto a quelle dei cavi e il quotidiano di Honolulu fu uno dei primi a stipulare un contratto. Prima il giornale poteva ricevere tramite cavo centoventi parole al giorno, mentre dal 1912, con il sistema radio, millecinquecento, pagando due centesimi a parola contro i sedici precedenti.

Il successo così ottenuto attirò l'attenzione della marina statunitense, che affiancò al trasmettitore a scintilla posseduto in Virginia quello ad arco. In tal modo la marina poteva inviare segnalazioni alle basi strategiche delle Hawaii. La marina divenne il principale cliente della Federal Telegraph e il principale utente militare di tecnologia a onde continue. Fu realizzata una stazione nell'area del canale di Panama e dieci navi equipaggiate col trasmettitore ad arco. Anche se richiedeva una maggior abilità da parte degli operatori questo sistema era più robusto, affidabile e meno rumoroso di quello a scintilla.

Ad attenuare i successi del trasmettitore ad arco fu la provenienza. Le trasmissioni erano distribuite sulla costa occidentale, di scarsa rilevanza sotto vari punti di vista. Nonostante la

tendenza della regione di San Francisco per l'innovazione, la difficoltà di Elwell nel procurarsi finanziamenti a Wall Street fu dovuta proprio alla provenienza della nuova tecnologia dalla regione californiana, lontana dai centri considerati veramente innovativi, produttivi e finanziari che erano quelli dell'Est

Non è l'unico caso di riluttanza della comunità d'affari statunitense verso questa regione. Un simile caso avverrà con il primo *personal computer* della Apple, prodotto da due membri della controcultura californiana, Steve Jobs e Steve Wozniak, che lavoravano in un garage nei pressi della Stanford University. La comunità degli affari americana ignorò il loro lavoro, fin quando lo stesso prodotto e di qualità più scadente fu proposto dalla IBM.

Un altro ostacolo al trasmettitore ad arco fu però senza dubbio il fatto che il maggior cliente di Elwell era la marina, che non aveva assolutamente interesse che venisse diffusa la conoscenza dei miglioramenti alla tecnologia della Poulsen, alla base del suo sistema di comunicazioni. La tecnologia Poulsen venne coperta dal segreto militare e le innovazioni di Elwell furono in pratica ignorate.

La Marconi, nello sviluppare la tecnologia a onde continue, preferì adoperare l'alternatore, anche se si assicurò i brevetti Poulsen per sicurezza. Nel 1921, nonostante la robustezza e semplicità d'uso, la tecnologia ad arco era già obsoleta.

III

Al termine dell'Ottocento già si sapeva che era possibile generare onde elettromagnetiche attraverso l'alternatore, ma il problema era quello di emetterne di sufficientemente alte per la radiotrasmissione. Si trattava di un problema soprattutto meccanico e non solo di ingegneria elettrotecnica. Degli alternatori costruiti tra il 1897 e il 1905 nessuno era stato in grado di raggiungere frequenze sufficienti per trasmettere telecomunicazioni a debita distanza.

Una decina di anni dopo, il problema sembrava essere stato risolto. Soprattutto l'alternatore Alexanderson, costruito dalla General Electric (GE) impiegava tecnologie sofisticate capaci di ottenere elevate rotazioni e insieme di generare le frequenze desiderate. Tentativi precedenti, ma insufficienti, si erano dimostrati l'alternatore Goldschmidt e l'arco-Telefunken.

L'alternatore Alexanderson da 200 kW, installato nella stazione di New Brunswick, nel New Jersey, realizzato dalla GE per la Marconi, ma rilevato allo scoppio della guerra dalla marina, generava una lunghezza d'onda di 13.600 metri. Nel 1917 la American Marconi stava trattando l'acquisto di molti di questi generatori, ma esistevano comunque vari problemi che in effetti non

giovarono a suo favore: il costo, la necessità di grandi stazioni sulla terraferma, il fatto che aveva bisogno di molta energia elettrica per cui doveva essere installato in prossimità di riserve di combustibili fossili o di cascate. Poteva inoltre operare solo all'estremità più bassa delle frequenze radio, limitando il numero di stazioni che potevano impiegarlo. Fino al 1920 comunque non vi era motivo per ritenerlo non soddisfacente e solamente con la scoperta di trasmissioni a onde molto più corte si manifestò la necessità di alternatori che potevano produrre frequenze più alte. La tecnologia dell'epoca non permetteva ancora un passo in avanti.

IV

Come visto in precedenza fu l'interesse della Bell Telephone per la realizzazione di un ripetitore che nel 1915 portò questa società a sviluppare un efficiente amplificatore a valvole termoioniche. Questo la mise in grado di produrre i primi collegamenti telefonici transcontinentali. Il vantaggio per la radiotelegrafia nacque come conseguenza delle difficoltà incontrate dalla Bell, ma anche dal fatto che molti ingegneri e investitori vedevano in essa un valido sostituto della telefonia via cavo anche per l'utenza familiare.

La Bell adottò l'audion di De Forest, che poteva essere utilizzato come un debole amplificatore, ma che, modificato dal suo inventore e svuotato del gas, divenne il triodo vuoto o valvola termoionica. In pratica un amplificatore potente e affidabile. La Bell nel 1915, grazie a una catena di questi amplificatori, riuscì a installare il primo collegamento telefonico intercontinentale.

Il triodo si rivelò anche un oscillatore ideale, tale da poter essere utilizzato come generatore e come rilevatore e amplificatore di radiofrequenze. Il primo tentativo di radiotelegrafia transatlantica venne fatto dalla Bell Telephone e dalla marina statunitense nel 1915. I primi esperimenti mostrarono difficoltà nel collegare un numero di tubi elevato e consentire un livello di potenza adatto. All'inizio degli anni venti, però, le valvole termoioniche raggiunsero caratteristiche di emissione ben più importanti dei trasmettitori ad arco e ad alternatore.

La caratteristica più importante fu tuttavia quella di poter generare frequenze assai più alte, ovvero, lunghezze d'onda sensibilmente più corte. Ciò rendeva possibile le trasmissioni a lunghissima distanza e con maggior efficienza. Si bloccarono tutte le sperimentazioni che prevedevano l'uso di antenne sempre più grandi. Si diffuse l'impiego di antenne più piccole, dette a fascio. I trasmettitori a valvole consentivano anche un minor dispendio d'energia, la realizzazione di apparati compatti e una diffusione più capillare. Stazioni funzionanti con un semplice generatore

diesel potevano essere installate dovunque. E la Prima guerra mondiale contribuì fortemente allo sviluppo del motore diesel, fondamentale per generare l'energia necessaria agli U-Boot tedeschi.

V

La maggior parte dello sviluppo della radio a onde corte e della tecnologia delle valvole termoioniche è legata allo sforzo militare della Prima guerra mondiale. L'esigenza maggiore fu quella di un ritorno alla guerra mobile. La telegrafia fu da subito applicata, ma l'impiego dei trasmettitori a scintilla risultava poco pratico. Precisamente ne era più difficile l'impiego proprio dove c'era più necessità, ovvero sui ricognitori impegnati nella localizzazione di bersagli. I primi esperimenti delle apparecchiature a valvole termoioniche furono compiute dalla Gran Bretagna nel 1915. A partire dalla fine del 1918 si ebbe una tecnologia adatta all'installazione a bordo di unità mobili.

Il primo apparecchio utile in versione sperimentale pesava cinque chili. Le batterie di alimentazione una quindicina, mentre l'antenna era alta otto metri. Verso la fine della guerra c'erano apparecchi che operavano su lunghezze d'onde di circa centocinquanta metri, contro i trecento precedenti. La radiotelefonia permetteva ai ricognitori di tenersi in contatto con le postazioni a terra mantenendo le mani libere per pilotare il velivolo. Nel dopoguerra molte delle apparecchiature a valvole termoioniche divennero disponibili sul mercato dei residuati bellici.

VI

Il governo americano aveva riservato ai radioamatori in maniera quasi fortuita le frequenze più alte (le onde più corte). Grazie all'utilizzo di apparecchi residuati bellici, i radioamatori dimostrarono definitivamente, nel 1923, che era possibile che le trasmissioni radiotelegrafiche a onde corte e bassa energia di emissione potessero attraversare l'Atlantico.

Anche la Marconi sin dal 1916 aveva condotto esperimenti con lunghezza d'onda più corte. Successivamente esplorò per conto della marina italiana lo spettro radio. Altri esperimenti condotti da Marconi dimostrarono che era possibile direzionare le onde e che in questo modo era possibile minore energia per propagarle. Un giapponese, Hidetsugu Yagi, fece interessanti lavori sulle onde

ultra-corte inferiori ai due metri, quelle oggi chiamate VHF (trasmissioni a frequenza molto alta). Le antenne di Yagi, estremamente direzionali, sono ancora montate su dispositivi mobili degli utenti delle TV statunitensi.

Dopo la Prima guerra mondiale la Marconi ripropose l'idea di una rete imperiale proponendo all'Imperial Telegraphy Committee un collegamento fra ventisei stazioni principali funzionanti con onde continue prodotte da alternatori ad alta frequenza e da valvole termoioniche. All'epoca anche i francesi avevano pianificato un progetto di telecomunicazioni che unisse tutti i possedimenti coloniali. Così gli olandesi. Gli Stati Uniti erano all'epoca in grado di trasmettere a una distanza di 4500 chilometri. In Gran Bretagna ci si rimproverava di aver accolto per primi la tecnologia di Marconi senza aver ancora iniziato a usare le comunicazioni via etere in tutto l'impero e senza che ci fosse una sola stazione inglese che trasmettesse il segnale orario o informazioni scientifiche²⁹.

Da parte di alcune riviste scientifiche e non si cominciarono a nutrire seri dubbi sulla possibilità di dotarsi di questa rete; nel 1921 sembravano finalmente esserci i presupposti per la sua realizzazione per spinta del Post Office, ma poi tutto si arenò e la commissione nominata per suggerimento dell'Imperial Telegraphy Committee si limitò alla redazione di rapporti e opinioni che non cambiarono in termini geografici la rete prebellica di Marconi. Dal rapporto del 1920 si evince in particolare la preoccupazione per gli alti costi necessari al funzionamento dei trasmettitori.

Gli Stati Uniti, la politica del presidente Wilson e il forte attivismo della marina militare del paese furono nuovamente l'ostacolo che si interpose fra le aspirazioni britanniche e la loro realizzazione, determinando ripercussioni di natura geopolitica che non tardarono a manifestarsi. Wilson riteneva che tre elementi fossero fondamentali nelle relazioni internazionali: i trasporti internazionali, le comunicazioni internazionali e il petrolio. Per quanto riguardava i primi due la Gran Bretagna deteneva il controllo quasi assoluto, mentre per quanto riguardava il petrolio gli Stati Uniti erano in posizione dominante. Non restava quindi secondo Wilson che contrastare i britannici riguardo alle comunicazioni internazionali. Doveva essere impedito l'utilizzo in esclusiva da parte della Marconi dell'alternatore Alexanderson prodotto dalla GE, ritenuto l'unico elemento tecnologico alternativo alla trasmissione ad arco.

Gli Usa erano infatti venuti a conoscenza delle trattative di Marconi per l'acquisto degli alternatori Alexanderson. Per motivi legati al fatto che l'italiano venne richiamato in patria per assolvere agli obblighi militari o per le difficoltà esistenti in Gran Bretagna dovute alle conseguenze della guerra, la trattativa andò a monte. Nel 1919 tuttavia, grazie ai guadagni realizzati durante la guerra, la British Marconi tornò alla carica, riprendendo l'ambizioso progetto di dominare la comunicazione via etere di tutto il mondo. La marina statunitense si oppose all'acquisto di

²⁹ *Ibidem*, p.164-165

ventiquattro alternatori Alexanderson da parte di Marconi, cercando di convincere i dirigenti della GE a non consentire che gli inglesi si assicurassero il dominio delle comunicazioni mondiali. I dirigenti fecero notare che avrebbero certamente preferito avere come acquirenti delle aziende statunitensi, ma che nessuna di queste era in grado di acquistare un quantitativo grande come quello della Marconi. Alla fine i consiglieri, per puro patriottismo, votarono per l'annullamento delle trattative e la GE rimase senza un grosso cliente per una tecnologia in cui erano stati investiti più di un milione di dollari. La marina concordò allora con la GE che l'avrebbe favorita nell'ottenimento di concessioni governative a carattere monopolistico se avesse fondato una nuova società per le comunicazioni internazionali.

I dirigenti della American Marconi erano consapevoli di questa forte determinazione della marina statunitense, per cui nel 1919, con una saggia lettura delle convenienze, la British Marconi vendette il pacchetto azionario statunitense alla GE. In ottobre fu fondata la RCA, detentrici dei beni e degli affari dell'ex American Marconi. La nuova società, con l'aiuto della marina contribuì a portare stabilità nel settore, eliminando il dominio straniero sulle comunicazioni statunitensi.

Per assicurare il successo della RCA fu però necessaria una serie complessa di accordi tra marina e altre società delle comunicazioni detentrici di brevetti e licenze. Tra queste la United Fruit Company, che possedeva la più grande rete di trasmettitori dell'America Latina, utilizzata per le navi mercantili che trasportavano frutta.

La creazione della RCA negli anni venti non risolse tutti i problemi che la marina avrebbe voluto. Quest'ultima non aveva fatto i conti con gli altri attori coinvolti e non aveva calcolato il nascente settore della programmazione radiofonica d'intrattenimento, che si rivelò assai redditizia per la RCA. Questa società rivelò ben presto di avere una propria personalità, sfuggita all'ingenuità geopolitica della marina militare. La RCA percorse infatti una doppia politica, continuando a cooperare con gli inglesi in un campo e a scontrarsi con loro in un altro. La RCA in sostanza si accordò con la British Marconi spartendosi il mondo. La concorrenza tra le due non fu completamente eliminata e rimase accesa nelle aree sudamericane e nell'estremo Oriente, in cui il capitale e il governo americano rivendicavano particolari interessi.

Non furono solo questi i colpi inferti alla marina statunitense per il dominio via etere delle comunicazioni. A far parte dell'Accordo delle Quattro Potenze del 1919, assieme alla Marconi, entrarono infatti anche la francese Compagnie Général de Télégraphie e la Telefunken. L'accordo, che doveva aver valore fino al 1945, affermava che tutte le società dovevano godere del diritto esclusivo di utilizzare i brevetti delle altre all'interno dei rispettivi territori d'influenza, senza che

chi partecipava si ostacolasse a vicenda. In pratica, nacque il primo cartello internazionale della radiofonia.

La marina si rese conto che con la RCA aveva creato un mostro e iniziò a manipolare la Federal Telegraph, unica concorrente rimasta. Durante una Conferenza navale tenutasi a Washington nel 1922 la marina avvisò del pericolo di dare ulteriore potere alla RCA, che ancora non dominava l'estremo Oriente. Spinse pertanto perché la Federal controllasse la Cina e l'Oceano Pacifico. La Federal, però, non era in buone condizioni finanziarie e la marina stessa non poteva sostenerla. Fu pertanto riorganizzata nel 1922, allo scopo di costruire stazioni in Cina, ma la RCA acquistò immediatamente il settanta per cento delle azioni della nuova società, completando il monopolio delle telecomunicazioni. Le Quattro Potenze controllavano così ogni brevetto utile. La marina, pur essendo riuscita ad escludere la Marconi dal mercato statunitense, non aveva potuto impedire che essa avesse accesso al pool di brevetti organizzato nel 1922 secondo la libera concorrenza del mercato capitalistico. Gli obiettivi geopolitici e geostrategici voluti dalla marina vennero mancati proprio quando gli Stati Uniti avrebbero dovuto emergere come potenza egemone. Come a dire che, di fronte agli interessi dei grossi gruppi capitalistici internazionali, anche la guerra economica deve fare un passo indietro.

Attraverso l'ascesa delle radiotrasmissioni commerciali, la RCA aveva realizzato notevoli profitti e questo l'aveva distolta dal progetto iniziale del controllo delle telecomunicazioni, facendone di fatto una multinazionale capitalistica. Il diffondersi delle radio e dell'intrattenimento ad essa associato evidenziarono la possibilità dello sfruttamento commerciale e la necessità di porre ordine nel caos delle radiotrasmissioni. Per fare questo il Congresso sottrasse una porzione notevole delle frequenze più basse, un tempo riservate agli usi governativi e militari. Pur avendo i radioamatori dimostrato le possibilità di trasmissione transpacifiche, il governo non giunse in tempo per rivendicare quella porzione di frequenze, ora invasa dagli usi commerciali.

Probabilmente, se la Marconi non avesse avuto negli anni venti la possibilità di espandersi nella regione di pubblico accesso delle onde corte, non sarebbe sopravvissuta come società di telecomunicazioni. I tentativi di ridurre la concessione delle onde corte ai radioamatori fu vano, perché questi rappresentavano una categoria molto determinata a difendere i propri interessi. Nei congressi del 1927 e poi in quello del 1947 vennero ridotte le assegnazioni delle frequenze più alte, ma il danno era stato già compiuto tra il 1922 e il 1927.

Grazie all'accordo delle Quattro Potenze e alla questione interna agli Stati Uniti che nel 1923 vide la RCA accusata di monopolio radiografico e grazie anche all'evoluzione tecnica nelle comunicazioni radio che spinse verso le frequenze alte, alla Gran Bretagna riuscì di tornare, nel

1939, a occupare una posizione a livello mondiale, se non di preminenza, tuttavia molto forte. L'egemonia degli Stati Uniti, che avrebbe potuto costituirsi come mondiale, si rivelò ristretta al solo Sudamerica e in qualche modo, più debolmente, nel Pacifico.

VII

Risolti gli svantaggi dell'alta frequenza generata dai primi archi e alternatori grazie alle valvole termoioniche, rimasero gli immensi vantaggi di questa tecnologia: un elevato numero di nuovi canali, costi estremamente bassi, alta direzionalità, adattabilità alla telegrafia e alla telefonia. Col tempo furono superati anche i problemi relativi alle modificazioni diurne o stagionali degli strati ionizzati dell'atmosfera terrestre, attraverso l'uso di frequenze diverse a seconda dell'ora e del giorno e delle altre condizioni climatiche.

Finché si restò nell'ambito delle basse frequenze, la radiotelegrafia internazionale non presentava vantaggi particolari rispetto a quella legata ai cavi sottomarini. I più bassi costi iniziali non compensavano quelli successivi di gestione, più alti. Solo l'elevato profitto monopolistico caricato sulle tariffe aziendali delle trasmissioni sottomarine faceva della radiotelegrafia un possibile *competitor*. Se le aziende telegrafiche avessero agito in un regime di concorrenza, probabilmente una politica di ribasso dei prezzi avrebbe svantaggiato lo sviluppo delle società delle radiocomunicazioni, ma all'inizio degli anni venti, queste rappresentarono una valida alternativa commerciale.

Fu la AT&T a compiere gli esperimenti e i miglioramenti necessari allo sviluppo della radiotelegrafia con trasmissione ad alte frequenze e alla correzione dei problemi legati ai fattori climatici e atmosferici. Il 7 febbraio del 1926 tali esperimenti culminarono nell'avvio di conversazioni telefoniche affidabili, continue e complete.

Nel momento di maggior successo dei test dell'AT&T emerse la validità dell'antenna a fascio rispetto a quella fissa. Gli esperimenti iniziati da Marconi e Franklin nel 1919 confluirono nel 1924 nella realizzazione di un'antenna direzionale che funzionava utilizzando solamente 28 kW sui 92 metri. Veniva demolito l'assunto secondo il quale, per trasmettere a grandi distanze erano necessarie grandi lunghezze d'onda, grandi antenne e grandi potenze. L'antenna a fascio orientabile di Marconi e Franklin installata in Cornovaglia nel 1925 dimostrò la validità di questa tecnologia e vennero iniziate le costruzioni di stazioni in Inghilterra, Canada e Sudafrica. Rispetto all'enorme antenna fissa quella a fascio era piccola, flessibile e a buon mercato. Qualcuno osservò che il ritardo sulla costruzione di una rete imperiale non era stato poi un male. Ci si sarebbe trovati con un

sistema mediocre, che avrebbe richiesto un grande dispendio di energia e elevati costi d'installazione.

In realtà il Post Office aveva eretto una grande antenna a Rugby, che copriva un'area di circa 4 chilometri, in grado di ricevere comunicazioni da tutto il mondo senza stazioni intermedie. La maggior parte delle attrezzature erano statunitensi. Nel 1926, la stazione realizzata dal Post Office solo perché non aveva voluto adottare la tecnologia di Marconi era un dinosauro. Le stazioni di Marconi utilizzavano un quantitativo d'energia una volta impensabile, prodotta per lo più da motori diesel. Marconi dichiarò che con le antenne a fascio, dal punto di vista della ricezione, un'antenna da 20kW era in grado di ottenere gli stessi risultati di una da 200.000 kW di vecchia concezione. Prima di allora tutti avevano nutrito dubbi sulla validità degli esperimenti di Marconi, ma dopo tutti lo copiarono e acquistarono le antenne a fascio. Tutte le Quattro Potenze avevano libero accesso ai brevetti della Marconi, il cui vantaggio non fu tanto l'esclusività, quanto l'essere stata la prima a vendere una simile tecnologia.

Naturalmente l'impiego delle onde a fascio ebbe delle conseguenze assai negative per le aziende britanniche di cavi sottomarini, soprattutto per quelle linee che ancora non avevano subito la concorrenza delle trasmissioni via etere. Rispetto alla radio in bassa frequenza, la radiotelegrafia ad altra frequenza con antenne a fascio era tre volte più veloce e utilizzava il 2 per cento di energia e costava circa il 5 per cento. Di conseguenza anche i costi di trasmissione erano relativamente inferiori e convenienti. La geopolitica si fuse allora con gli interessi commerciali e le aziende dei cavi, rappresentate dalle Eastern and Associated Telegraph Companies, si avvalsero dei loro appoggi politici per ottenere una fusione tra i cavi sottomarini e il sistema a fascio via etere. La fusione si compì a seguito della Conferenza sulle comunicazioni via cavo e via etere del 1928 e risolse il problema della concorrenza tra cavo ed etere e soprattutto quello dell'espansionismo statunitense. La fusione forzata rappresentò una situazione tutt'altro che favorevole agli interessi della Marconi nelle radiocomunicazioni a fascio, che spinse lo stesso Guglielmo Marconi a tornare in Italia, dove divenne un sostenitore di Mussolini.

La fusione ebbe sicuramente il merito geopolitico di limitare lo scontro tra cavi e etere salvaguardando la rete sottomarina, essenziale alla trasmissione di informazioni segrete per la Gran Bretagna. Questo le consentì di recuperare un effettivo dominio mondiale sulle comunicazioni, anche se non va sottovalutata in tal senso, quale elemento concomitante, anche l'estrema difficoltà in cui si trovarono gli stati Uniti a seguito della grande depressione, che ne diminuì enormemente la concorrenza commerciale.

All'epoca, i media e i politici discutevano animatamente sul pericolo rappresentato dalla divergenza d'interessi interni alla Gran Bretagna e dall'attività della marina e dei banchieri statunitensi, che poteva sfociare in un monopolio internazionale sulla telefonia, data la politica espansionistica incoraggiata dal governo nel campo delle telecomunicazioni. Vi erano stati già tentativi, da parte di società statunitensi, di gestire l'intera rete telegrafica e telefonica. Il Times, voce governativa, si espresse in maniera moderata affermando ufficialmente che l'apporto dei capitali statunitensi avrebbe migliorato la qualità della tecnologia telefonica nel paese e che il regime di libera concorrenza avrebbe impedito il monopolio temuto. Dalle righe dell'editoriale del 23 marzo 1927 s'intuiva però che le telecomunicazioni statunitensi non sarebbero state gradite in Gran Bretagna. Nel 1930 in un opuscolo dell'Imperial and International Communications veniva criticato il Post Office per l'acquisto di apparecchiature americane per l'installazione della stazione di Rugby, acquisto considerato un danno di prestigio per la Gran Bretagna.

Nel 1929 si riteneva di dover abbandonare i cavi sulla costa orientale dell'Africa a favore delle radiocomunicazioni, visto che tra Inghilterra e Giappone, per mezzo di antenne a fascio, s'era inaugurato un servizio via etere. A trattare esaurientemente dello sviluppo delle radiocomunicazioni con antenne a fascio fu soprattutto la rivista "Electrician". Questa evidenziò soprattutto il processo d'espansione geografica, che aveva Londra come fulcro. Gli apporti tecnici non furono molti e consistettero soprattutto nella riduzione dello spazio occupato dalla portante del sistema a banda laterale unica, che permetteva di inviare due conversazioni telefoniche distinte. Ancora, l'esplorazione dell'atmosfera di Kennely-Heaviside fece comprendere che bisognava trasmettere a certe ore del giorno verso una parte del mondo e a certe altre verso il resto. L'introduzione dell'antenna orientabile permise alle antenne di essere riposizionate e di poter dirigere i loro fasci con maggior precisione. Una carta geografica del 1937 mostra che Londra era l'unica città collegata in maniera diretta con Parigi e New York, mentre con Tokyo solamente attraverso il collegamento di Saigon. New York non era collegata a Berlino. Su 96 circuiti gli statunitensi ne gestivano 29, gli inglesi 20, i francesi 12 e i tedeschi 9. Nonostante quest'apparente superiorità americana, in realtà 10 di queste linee erano di breve portata e collegavano Miami ai Caraibi.

Tale rete di collegamenti radiotelefonici poteva naturalmente trasmettere anche un numero rilevante di circuiti radiotelegrafici. Con la combinazione tra nuovi servizi radiotelegrafici e radiotelefonici a fascio e rete dei vecchi cavi sottomarini della Imperial and International Communications, poi divenuta Cable and Wireless fu garantito il perdurare del monopolio britannico nelle telecomunicazioni mondiali.

VIII

Radiotelegrafia e radiotelegrafia rivestirono fondamentale utilità nello sviluppo dell'industria delle telecomunicazioni, ma anche per il radorilevamento della posizione tramite il sistema indicato come RDF (Radio Direction Finding), conosciuto anche come radiofaro, ebbe un notevole valore commerciale. Dall'utilizzo dell'RDF durante la Prima guerra mondiale, le navi ottennero grandi benefici, così come i velivoli dell'aviazione civile al momento del suo sviluppo. Attraverso l'RDF era possibile finalmente direzionare su linee precise le rotte.

Marconi non fu determinante solamente per lo sviluppo della radiotelegrafia e della radiotelegrafia, ma anche per il radorilevamento in mare. Fu lui a brevettare il radiogoniometro Bellini-Tosi, adottato poi dalle navi mercantili. Questo sistema consisteva in un'antenna a telaio in rotazione, il cui segnale poteva essere identificato abbastanza semplicemente in quanto diveniva più forte nel direzionarsi perpendicolarmente al radiofaro e più debole nel caso contrario. Determinare invece, la distanza tra nave e radiofaro era più complicato e per questo era necessario un tecnico esperto.

L'adozione dell'RDF Bellini-Tosi seguì la stessa logica che aveva caratterizzato lo sviluppo delle comunicazioni radio, così come si era manifestata nel montaggio dei radiotrasmettitori della Marconi sulle navi. I Lloyd's iniziarono anche in questo caso a pretendere l'installazione degli RDF sulle navi. Anche le marine militari trovarono utile l'RDF, non solamente per la navigazione, ma anche per la triangolazione sulle navi nemiche che trasmettessero segnali radio, effetto che ebbe molta importanza durante la Prima guerra mondiale. Questo apporto costituì anche un'arma importante nella lotta antisommergibile nella Seconda guerra mondiale. I tedeschi ritenevano di essere gli unici a essere in possesso della tecnologia a onde radio ad alta frequenza. Fu un errore commesso già prima della guerra, quando credevano di essere gli unici in possesso del radar. Avvistato un convoglio navale, gli U-boot tedeschi trasmettevano di continuo un segnale che, giunto al comando, permetteva di assemblare un "branco di lupi" sottomarini, pronti a infliggere notevoli danni. Le prime installazioni del 1941 necessitavano di tecnici molto addestrati, ma dal 1942, con la disponibilità di nuovi apparecchi che montavano schermi a tubi catodici, l'utilizzo fu notevolmente semplificato. Assieme alle attività d'intercettazione dell'Ultra in grado di decifrare i messaggi della macchina codificatrice Enigma, l'aviazione a lungo raggio e il radar aria-natante in superficie permise a inglesi e americani di resistere nella determinante battaglia dell'Atlantico.

L'RDF fu anche utilizzato dall'aviazione. Nel 1918, gli inglesi avevano progettato il bombardamento di Berlino e gli aerei bombardieri sarebbero stati guidati dalle emissioni radio

tedesche a onde lunghe. L'armistizio interruppe questo progetto mortale. Gli inglesi posizionarono comunque installazioni di rilevamento direzionale anche per scopi post-bellici, ossia per il trasporto aereo commerciale e passeggeri.

L'RDF trovò la sua massima applicazione negli Stati Uniti,. Una massiccia rete di radiofari fu utilizzata per la posta aerea e per gli aeroplani del trasporto passeggeri. Nel 1931 fu completata una rotta transcontinentale e dai 2 radiofari installati nel 1928, si passò ai 280 del 1940. In questo periodo l'aviazione civile statunitense era di gran lunga la più estesa del mondo.

In pochi anni le caratteristiche delle telecomunicazioni ebbero un drastico cambiamento. Ai primordi esse non erano competitive con la rete cablata, soprattutto per i costi energetici che impegnavano. Dal 1926, si entrò in una nuova era e, con l'entrata in scena delle onde ad alta frequenza e delle antenne a fascio, si ridussero anche i costi di gestione. L'importanza geopolitica e geostrategica fu subito evidente e così il valore commerciale delle radiotelecomunicazioni. L'utilizzo delle onde corte (alte frequenze) consentì di liberare un numero elevatissimo di canali disponibili per le trasmissioni.

La rete telefonica internazionale, ma non la capacità trasmissiva, crebbe a ritmi impressionanti. Nel 1929 la radiotelegrafia forniva un servizio quotidiano a più di ventisei paesi e fino al 1930 furono raddoppiati i collegamenti internazionali. Il traffico sulla rotta atlantica aumentò dai meno di dieci messaggi al giorno del 1927, a quasi cinquanta nel 1929. I circuiti ad alta e bassa frequenza potevano integrarsi tra loro, ma i prezzi di una chiamata erano ancora troppo alti.

Dopo i primi successi dei sistemi ad alta frequenza, si costituì un *pool* di brevetti che portò alla creazione della RCA sfuggita di mano al controllo della marina militare, che lo aveva promosso. La Marconi, grazie anche all'Accordo delle Quattro Potenze e al suo sistema di antenne a fascio, assunse il ruolo quasi monopolistico del controllo delle radio-telecomunicazioni mondiali, ma fu esclusa per volontà del British Post Office dal redditizio mercato interno all'impero britannico nonostante ne avesse costruito le stazioni a fascio.

Nel 1937 era stata installata una vera e propria rete di collegamenti per la radiotelegrafia grazie all'uso delle trasmissioni ad alta frequenza. Per via delle notevoli influenze politiche, le Eastern and Associated Telegraph Companies riuscirono a ottenere la fusione obbligatoria tra i loro interessi e quelle della Marconi e del British Post Office. Ciò consentì loro di continuare a dominare il traffico telefonico tramite la nuova Cables and Wireless, attraverso il controllo delle comunicazioni mondiali via cavo e delle linee di radiotelegrafia e radiotelegrafia in alta frequenza. A seguire veniva la AT&T, mentre il resto veniva controllato da società a direzione statale. Il sistema a fascio della Marconi s'era fuso con la Imperial and International Communications. La struttura della francese

Compagnie Générale de Télégraphie era per gran parte intatta e la Telefunken era stata ribattezzata Transradio, che operava spesso sotto il controllo del ministero delle Poste tedesco.

Il sogno della marina statunitense di controllare, attraverso la RCA, l'egemonia commerciale svanì. L'egemonia fu più o meno raggiunta nel mondo Occidentale, osserva Hugill, in una sorta di dottrina Monroe dell'etere, ma non era in alcun modo completa³⁰. All American Cables, ausiliaria della RCA, controllava una rilevante quantità di traffico nel Sudamerica. L'AT&T controllava i Caraibi e i servizi tra nord e sud del continente americano. I servizi tra Europa e Sudamerica, però, erano sotto il controllo europeo, assieme alle società nazionali sudamericane. Sebbene l'AT&T controllasse i servizi tra Nord America e Asia, quest'ultima era di gran lunga meglio servita dalle società britanniche, tedesche, francesi e olandesi. Interessi giapponesi controllavano i collegamenti tra Giappone e Taiwan, Cina, Manciuria e Filippine.

Nel 1937 i collegamenti internazionali via etere avevano eguagliato quelli coperti dalla rete mondiale sottomarina. La trasmissibilità, però, era ancora inferiore, sia perché erano presenti un minor numero di collegamenti sia perché i circuiti ad alta frequenza non potevano funzionare in maniera affidabile giorno e notte. La rete, inoltre, non era sotto il controllo di una sola nazione. La RCA, creata per contrastare l'egemonia britannica, riuscì solo nell'attenuarla e senza benefici evidenti per gli Stati Uniti. L'Accordo delle Quattro Potenze stabiliva di fatto una spartizione delle radiotelecomunicazioni internazionali, tramite i brevetti detenuti dai membri dell'Accordo stesso, tra tutte le potenze di livello mondiale. In sostanza non erano controllate da nessuno. A tal proposito, il passaggio dell'egemonia dalla Gran Bretagna agli Stati Uniti fu rallentato chiaramente dal fallimento degli americani nel tentativo di controllare le telecomunicazioni internazionali via etere subito, nell'immediato dopoguerra.

L'utilizzo militare delle radiocomunicazioni. Sviluppo del comando e del controllo.

La tecnologia dell'informazione è importante sia nei conflitti economici che in quelli bellici. In tempo di guerra essa è ancora più importante, perché i tempi sono più immediati. La telegrafia presentava indubbi vantaggi, ma anche limitazioni. Il vantaggio principale era quello di garantire il comando e il controllo centralizzati di forze lontane, ciò che accresceva notevolmente il peso degli ufficiali di stato maggiore rispetto a quelli di prima linea. Non a caso la fine del diciannovesimo secolo è caratterizzata dall'emergere di scuole militari e di teoria bellica destinata agli ufficiali superiori. Tale sistema centralizzato era in linea con il crescente ruolo dello stato nazionale

³⁰ Hugill, *op. cit.*, p.192

burocratizzato e del nuovo imperialismo, così come con il ruolo di sempre maggior peso della burocrazia legata allo sviluppo di quella che fu definita la seconda rivoluzione industriale. Stato, ditta ed esercito burocratizzato dipendevano da una miglior tecnologia dell'informazione, che fino al termine del diciannovesimo secolo significava telegrafo.

Il comando e controllo centralizzato (C²) oltre ai vantaggi presentava degli inconvenienti che si evidenziarono nella Prima guerra mondiale. Innanzitutto una ancor imprecisa divisione del lavoro tra ufficiali maggiori e ufficiali di linea, che spesso andava a scapito dell'iniziativa di quest'ultimi. Poi, la vulnerabilità della telegrafia via cavo, facilmente danneggiabile in caso di battaglia e incapace di garantire C² nella guerra di movimento. Infine l'occasionale ma disastrosa mancanza di chiarezza di significato e la facilità d'intercettazione.

Nella Prima guerra mondiale, gli inglesi non riuscirono durante la battaglia di Neuve Chapelle, nel 1915, a consolidare le posizioni a causa del bombardamento che aveva interrotto le comunicazioni telegrafiche. Ciò rese evidente l'esigenza della radiotelegrafia, tanto più che da tempo ci si poteva servire di una radiotelegrafia che utilizzava il principio dell'induzione. Nel caso di guasto delle linee, queste potevano essere momentaneamente ripristinate utilizzando il terreno come conduttore, ma solo per distanze di circa cento metri. I francesi erano riusciti tramite un amplificatore a valvole termoioniche a prolungare di circa 1000 metri tale capacità di conduzione. Utile anche l'ausilio dell'acqua, sfruttando i fiumi come conduttori. Questi segnali erano tuttavia assai più vulnerabili alle intercettazioni.

Le segnalazioni telegrafiche erano comunque inadatte alla guerra di movimento. Sin dalla formazione degli stati europei, nel Cinquecento, la guerra di movimento era quella maggiormente praticata. Fortificazioni e villaggi non potevano nulla contro artiglieria e reparti del genio. Gli eserciti e le flotte percorrevano liberamente i territori e non vi era necessità di C² centralizzato. Con la trasmissione via cavo in cui trasmittente e ricevente dovevano trovarsi agli estremi la mobilità risultava ridotta. Le ferrovie permettevano una rapida mobilitazione nazionale e il trasporto di materiali e viveri alle trincee. Le linee ferroviarie a scartamento normale costruite a regola d'arte correvano, quindi, accanto alle linee del fronte appena poco più in là della gittata dell'artiglieria nemica. Le linee del fronte erano collegate alle linee principali a scartamento ridotto che consentivano velocità meno elevate. Dalle linee del fronte, poi, spesso si dipartivano minilinee in cui venivano trasportati i materiali necessari alle trincee, anche con veicoli mossi a braccia.

Gli storici hanno affermato che la nascita della guerra di posizione in trincea che si ebbe con la Prima guerra mondiale fu resa possibile dallo sviluppo di una rete ferroviaria europea, ma, afferma Hugill, una grossa parte l'ebbero anche la telegrafia e la telefonia³¹.

³¹ Hugill, *op. cit.*, p.195

La perdita di chiarezza dei messaggi risultava essere un altro problema. I telegrammi, essendo molto sintetici, mancavano dell'espressività tipica di una lettera o di un discorso o meglio ancora di una conversazione dal vivo. Qualcuno ha attribuito lo scoppio della Prima guerra mondiale ai fraintendimenti dovuti ai telegrammi tra il Kaiser Guglielmo e lo zar Nicola. Il telefono garantiva una maggior espressività, ma era sempre limitato dal fatto di essere legato a un sistema via cavo.

Il problema della vulnerabilità alle intercettazioni era evidente. La rete telegrafica mondiale passava per il suo centro, Londra, ed è chiaro che gli inglesi avevano la possibilità di leggere la posta di tutti. Certamente leggevano i messaggi importanti, come dimostrato dalla vicenda Zimmerman. Anche se i telegrammi erano protetti da codificazioni, lo spionaggio elettronico era rapidamente progredito. Localmente, eserciti contrapposti, se riuscivano a raggiungere le linee, potevano intercettare un sistema via cavo attraverso l'induzione, attività che nel conflitto di trincea fu utilizzata facilmente.

Le radiocomunicazioni risolsero almeno in parte questi problemi, anche se rimase il problema delle intercettazioni, che anzi erano più facili rispetto a quelle possibili con il sistema via cavo. All'inizio del conflitto i russi pagarono un prezzo altissimo anche a causa degli ordini inviati via etere e non cifrati, che i tedeschi intercettarono con facilità.

I

Consolidata la guerra di posizione, gli eserciti acquisirono una vera e propria ossessione di uscire dalla trincea quando si trovavano impantanati. Dopo milioni e milioni di morti causati dagli assalti frontali contro mitragliatrici e filo spinato e con il rischio di un ammutinamento dell'esercito francese, fu chiaro che era necessario il ritorno alla guerra di movimento. Visto che il C² centralizzato era divenuta un'esigenza, lo sviluppo di comunicazioni mobili divenne di vitale importanza. Anche se l'esercito e la flotta britannici avevano iniziato esperimenti sulle comunicazioni via etere sin dal 1899, le prime ad avvantaggiarsi delle trasmissioni radiografiche furono le marine militari, seguite dall'aviazione navale e infine dagli eserciti. Un primo utilizzo fu fatto nella guerra anglo-boera del 1899-1902, ma ebbe uno scarso successo, sicuramente a causa delle caratteristiche geologiche delle zone di guerra. La conducibilità del terreno in Sudafrica, alle frequenze allora utilizzate da Marconi, era assai inferiore a quelle del territorio della Gran Bretagna. Il successo nelle operazioni navali, invece, era dovuto proprio all'elevata conducibilità dell'acqua salata, che esaltava sia le prestazioni dell'antenna che la propagazione delle onde di superficie. Questi risultati non erano ancora spiegabili sulla base delle conoscenze scientifiche

dell'epoca. Le prime apparecchiature erano molto ingombranti, rumorose e dispendiose di energia. Per questo erano installabili senza grosse difficoltà sulle navi, dove l'alberatura poteva accogliere le antenne e l'energia era derivata direttamente dai motori della nave. Il contatto tra scafo e acqua salata era eccellente e si poteva isolare acusticamente una stanza per l'operatore, il cui soprannome divenne "Sparks" (scintille) data la trasmissione a scintilla dell'epoca.

Mentre la marina militare (e poi commerciale) britannica divenne il miglior cliente della Marconi, i tedeschi, per non dipendere dagli inglesi, diedero vita alla Telefunken, che sostituì per fusione la Slaby e la Arco che utilizzavano sistemi Marconi leggermente modificati e acquisì ben presto il monopolio quasi totale del servizio radio sulle navi mercantili della Germania. La marina statunitense, invece, sperimentò diversi fornitori e, nonostante fosse sospettosa nei confronti della Marconi, non riuscì mai a trovare un'azienda americana affidabile. Nel 1906 quasi la metà dell'equipaggiamento della marina americana era tedesco. Solamente con l'acquisizione di fatto della Federale Electric di San Francisco e della sua tecnologia Poulsen, agli statunitensi fu possibile una fornitura interna. Il problema della marina statunitense era quello dei vincoli derivanti da un sistema economico capitalistico. Mentre la Marconi, grazie a un *mix* di astuzia politica, di alleanze commerciali e di convenzioni particolari con i Lloyd's, era giunta a un monopolio di fatto, pur muovendosi in un sistema capitalistico, ciò non fu possibile per la marina statunitense. Anche la Germania aveva imposto un monopolio tramite la Telefunken, la quale però giunse a patti con la Marconi per la condivisione dei rispettivi brevetti, impegnandosi ognuna delle due a non invadere i rispettivi mercati e interessi. Agli Stati Uniti questo non era possibile, perché le leggi non avrebbero tollerato un monopolio interno, né la violazione di brevetti. Alla marina rimaneva solo di rifornirsi all'estero o trovare un'affidabile alternativa statunitense.

La storia operativa del C² centralizzato via etere è ben rappresentata dall'esperienza britannica sul campo. Gli svantaggi apparvero evidenti nel corso delle battaglie e non vi si poté facilmente porre rimedio. Una delle conseguenze del C² via etere fu la minor iniziativa dei comandanti di nave, che sembra essere stata la causa principale di insuccessi quali la battaglia del Doger Bank (1915) e dello Jutland (1916).

II

Sia la marina inglese che quella tedesca utilizzarono la raccolta d'informazioni attraverso l'intercettazione del traffico radio avversario come momento preparatorio al vero e proprio combattimento finale. Gli inglesi erano impegnati in una guerra mahaniana di blocco navale e

scoprirono che un aumento delle comunicazioni radio sulle frequenze della marina tedesca indicava l'imminente abbandono di un porto. Grazie all'RDF (radio-rilevamento della posizione) era possibile localizzare e identificare approssimativamente le distanze delle sorgenti del flusso. Il flusso costante di dati radio da e verso le navi in mare era tipico dei C² centralizzati e rappresentava un'importante fonte d'informazione per il nemico.

La marina britannica dimostrò anche l'importanza della decifrazione dei codici, attraverso la costituzione della famosa stanza "40" presso l'Ammiragliato britannico. Presto, gli inglesi si resero conto della vulnerabilità delle informazioni e della possibilità dei tedeschi di usare l'RDF per localizzare le navi. I tedeschi furono in grado di acquisire informazioni considerevoli durante tutte e due le guerre mondiali, solamente leggendo le date d'imbarco delle navi e le note di carico, giunte via posta, per motivi assicurativi, dalla ufficialmente neutrale Svizzera. Queste informazioni facilitarono la loro guerra basata sul blocco navale tramite gli U-boot e gli indennizzi assicurativi furono enormi. Nel 1942, la Germania decrittò il cifrario anglo-americano-canadese Tre, impiegato per controllare i convogli transanti nell'Atlantico del Nord.

I tedeschi credevano, attraverso l'uso del codice Enigma messo a punto negli anni venti, di aver raggiunto la sicurezza elettronica. Le difficoltà di decrittazione erano evidenti e furono mobilitate le migliori menti matematiche britanniche e statunitensi, fino a giungere alla forma decodificata chiamata Ultra. Le fasi della guerra erano alternanze di vittorie o sconfitte a seconda dell'opera di decrittazione dei messaggi. Nel 1942 i tedeschi rettificarono Enigma, che tornò indecifrabile. Allo stesso tempo decrittarono il codice alleato Tre, registrando successi fino al 1943. In quell'anno Enigma fu definitivamente decrittato e le conoscenze militari messe in comune con gli statunitensi.

Anche gli Stati Uniti si trovarono alle prese dal 1939 con la decrittazione dei codici giapponesi, intralciata dall'uso degli ideogrammi. Allo scopo fu molto utile l'apporto degli statunitensi di origine nipponica: prima dell'entrata nel conflitto gli Usa riuscirono nella decifrazione di Porpora, una specie di Enigma molto più primitivo adottato dal Ministero degli esteri. Il codice utilizzato dall'esercito giapponese, basato sui codici convenzionali, non fu violato prima del 1943, mentre quello della marina e del traffico diplomatico lo furono alla fine del 1940. La decifrazione dei codici fu di rilevante importanza nella battaglia di Midway e nell'abbattimento dell'aereo che trasportava l'ammiraglio Yamamoto. Le informazioni assunte sul versante Pacifico, non furono però mai all'altezza di quelle raccolte sul fronte europeo. I rallentamenti nelle decodificazioni negli Stati Uniti furono conseguenza anche di tagli economici operati nel settore a seguito della Grande Depressione.

Un apporto rilevante per la decodifica di Enigma fu dato agli inglesi da polacchi e francesi. I britannici giunsero alla decrittazione modificando le loro macchine codificatrici Typex, rese simili a quelle tedesche. La Typex fu messa a disposizione anche degli americani. I tedeschi, in realtà, non fecero nessun serio tentativo per decifrare i due sistemi alleati. All'inizio della Seconda guerra mondiale la Gran Bretagna aveva una certa riluttanza a spartire con gli Stati Uniti le informazioni dello spionaggio.

III

Quando si parla di Prima guerra mondiale si sentono utilizzare poco i termini via *radio* o via *etere*. I primordi della guerra aerea sono caratterizzati da un alone di romanticismo ed eroismo, che non a caso fece nominare i piloti come cavalieri del cielo. In realtà, per lo più, i piloti dei caccia si comportavano come assassini a sangue freddo che colpivano gli aerei da ricognizione prima che li scorgessero. Il primo utilizzo dell'aereo fu proprio quello da ricognizione, in appoggio all'artiglieria. Pur essendo carenti le informazioni relative al numero di apparecchiature radio prodotte, è certo che verso la fine del conflitto la maggior parte degli aerei da ricognizione erano dotati di sistemi di comunicazione.

Gli inglesi produssero circa 55.093 carlinghe di velivoli. L'aereo più famoso fu il caccia Bristol, molto temuto dai tedeschi, che con i loro Fokker micidiali armati di mitragliatrici sincronizzate li consideravano cibo per i loro velivoli³². Il barone von Richtofen, abbatté un totale di 80 aerei. Un altro asso dell'aviazione tedesca, Boelcke, morto in combattimento nel 1916, fu seppellito con gli onori degni di un Kaiser. A Boelcke si ispirano ancora i piloti di oggi. Gli aerei biposto inglesi risultavano facili da abbattere, perché lenti e poco protetti, in quanto erano stati progettati nel 1912 come ricognitori. Il loro uso venne aspramente criticato da parte di uomini politici che lo ritenevano un suicidio.

Il Bristol B.E.2 era stato concepito per montare un dispositivo di comunicazione che trasmetteva per mezzo di antenne a traino della lunghezza di un centinaio di metri, con risultati soddisfacenti. Verso la metà del 1912, invece, venne montata un'antenna sulle ali di un monoplano olandese a elica. Sempre nel 1912 un B.E.2 volò per la prima volta con installato a bordo un impianto via etere. All'inizio si pretendeva che lo stesso pilota azionasse il sistema a codice Morse sistemato all'esterno dell'abitacolo, poi quando fu sistemato l'osservatore, questi era dotato di doppi comandi, radiotrasmittente, macchina fotografica, tubo lancia-messaggi e mitragliatrice.

³² *Ibidem*, p.207

Verso la fine del conflitto gli inglesi avevano installato sui velivoli sofisticati impianti radiotelegrafici a onde continue, con un generatore che alimentava le valvole termoioniche, mentre all'inizio utilizzavano un sistema a scintilla in grado solo di trasmettere.

Le notizie storiche relative agli sviluppi delle radiotrasmissioni dell'aviazione, visto anche lo scarso interesse mostrato in proposito dagli storici, non permettono di ricostruire con esattezza le evoluzioni in questo campo. Certo è che nell'aprile del 1918 l'83 per cento degli apparecchi biposto e il 100 per cento dei dirigibili erano dotati di sistemi di radiocomunicazione. La radiotrasmittente a scintilla pesava 45 chili e aveva un portata di 190 chilometri. Subito dopo furono pronti per essere montati apparecchi a onde corte con portate fino a 640 chilometri. Come osserva Hugill, all'epoca era in stato avanzato la sperimentazione della radiotelegrafia e se il conflitto fosse durato anche nel 1919 molto probabilmente questo tipo di tecnologia avrebbe potuto avere un impatto sulla Prima guerra mondiale come quello che ebbe il radar sulla Seconda³³. I verbali della RAF indicano che tutte le squadriglie di caccia, ricognitori, bombardieri e monoposto avrebbero dovuto per il futuro essere equipaggiati con telefoni. Allo sviluppo delle radiocomunicazioni lavorò la squadriglia 22 nel corso di pattugliamenti offensivi al fronte, mentre la 8 lavorò in collaborazione con i tank. Proprio sui tank ci fu l'impiego più interessante. All'inizio si prospettò che ci volessero antenne di 30-50 metri di lunghezza, ma era ovvio che era impossibile montare un'antenna simile su un tank. Già sui velivoli antenne del genere presentavano problemi. Emblematico il racconto del capitano Bigglesworth, che abbatté un caccia Albatross senza capire come fosse avvenuto. Nel riavvolgere il lungo cavo di rame che fungeva da antenna, s'accorse che questa non c'era più. Compresa allora, che durante la virata, dopo il cerchio della morte, aveva vibrato una frustata con l'antenna e mandato in frantumi l'elica del velivolo nemico.

Con il passaggio alle valvole termoioniche e alla radiotelegrafia a onde corte fu possibile dare nuovamente alla guerra il carattere della mobilità. Con l'importanza crescente delle comunicazioni tra C² centralizzato e unità mobili di terra e di aria, si potevano infatti avere i vantaggi della guerra di movimento senza perdere quelli della centralizzazione. La produzione della valvola termoionica, che non era altro che uno sviluppo della lampadina, fu possibile a livello di massa. La standardizzazione richiese un periodo più breve di quello necessario normalmente per una nuova tecnologia. Per gli statunitensi la produzione fu facilitata dalle esigenze della Bell relative alla costruzione dei suoi ripetitori telefonici. Con lo scoppio del conflitto si fermarono anche le dispute sui brevetti tra AT&T, De Forest e Marconi e questo consentì una produzione rapida di massa della valvola. Nonostante l'enorme sforzo di ricerca degli Stati Uniti e l'impiego da parte britannica di pezzi statunitensi, lo sviluppo militare della radio mobile a onde continue

³³ *Ibidem*, p.212

avvenne in Inghilterra. La valvola termoionica a vuoto completo sostituì quella a basso vuoto della Marconi già realizzata nel 1914. In realtà occorre tre valvole a vuoto completo per sostituirla una a basso vuoto, ma i vantaggi per lo sviluppo della radiotelegrafia furono indubbi. Il problema rimaneva quello della trasmissione duplex anziché a commutatore, che non permetteva la trasmissione e la ricezione simultanea, vitale durante un combattimento aereo. Il problema fu risolto dal Wireless Experimental Establishment della RAF verso la fine del 1918.

Relativamente agli altri belligeranti le notizie sono scarse, ma pare che i francesi fossero grandi consumatori di apparecchiature a onde continue al pari degli statunitensi. I tedeschi erano rimasti indietro e sembra che non fossero stati in grado di progettare una trasmittente a onde continue da impiegare in volo fino alla fine del conflitto. Questa tesi sembra avvalorata dal fatto che si offrivano grosse ricompense a chi avesse recuperato qualunque componente di una radio britannica montata su bombardieri.

Alcuni documenti attestano che alla fine del conflitto i tedeschi erano riusciti a produrre valvole termoioniche, anche se sembravano essere fatte a mano e non in grande numero. Dopo il conflitto, però, la Germania divenne la principale produttrice di valvole termoioniche a tecnologia avanzata.

IV

Anche se vi era stato il fallimento delle apparecchiature Marconi nella guerra anglo-boera, la radiocomunicazione per le truppe di terra aveva assunto un ruolo importantissimo. Tanto che gli statunitensi consigliavano di tenersi al passo con i britannici. Lord Robert Baden-Powell, notava che le radiocomunicazioni erano divenute l'hobby preferito del movimento scoutistico internazionale. I limiti della radiotelegrafia furono evidenti, perché era facile l'intercettazione da parte nemica. Molto più adatta invece la radiotelegrafia, per il C³ tattico sul campo di battaglia. Negli ultimi cento giorni di guerra, nonostante i problemi registrati dall'installazione delle trasmittenti a onde continue su carri armati e altri veicoli, il potenziale della radiotelegrafia fu evidente. Il corpo che utilizzò nella maniera più efficace questa tecnologia fu la Canadian Independent Force. Con il passaggio alla guerra dinamica questo corpo, composto da mezzi corazzati e mitragliatrici, nonché da auto e carri con mitragliere, ebbe notevole successo nello snidare le postazioni nemiche. Nel dopoguerra iniziò la diffusione degli apparecchi radio, ma risultò difficile produrne grandi quantitativi, tanto che nel 1939 ancora si utilizzava una radio senza tecnologia a onde corte. Solamente nel 1940 si adottò un impianto capace di comunicare tra carri

con un'antenna di soli 2-3 metri e nel 1941, con l'introduzione della W.S. 19, si ebbe a disposizione un apparecchio di 35 chili, che operava sulle altissime frequenze (VHF).

Le radiocomunicazioni svolsero il loro ruolo geopolitico nella lotta economica tra gli stati, ma con il passaggio allo scontro bellico mostrarono uno spettro di utilizzo assai più ampio. Alcune tecnologie erano state scoperte per usi civili, ma altre per via delle necessità militari. Hugill parla con McNeill dell'emergere di una "tecnologia del comando" creata e sostenuta dalla guerra parallela che si svolse tra le marine delle grandi potenze, tra la fine del XIX e l'inizio del XX per il controllo dello spettro radio³⁴. Questo scontro, acuitosi sul finire del primo conflitto mondiale, dominò lo svolgersi della Seconda guerra mondiale.

La radio consentì la fuga dalla trincea e il ricorrere nuovamente alla guerra di movimento che aveva caratterizzato i secoli precedenti. Non è errato ritenere che le radiocomunicazioni rivoluzionarono la disciplina della guerra permettendo il controllo centralizzato e burocratizzato, ma allo stesso tempo il ritorno al movimento. Vantaggi rilevanti avvennero per le marine rimaste sempre al di fuori da questa opportunità e poi per le forze aeree che, non avendo grandi tradizioni, seguivano i modelli della stessa marina.

La Prima guerra mondiale produsse sei principali innovazioni che caratterizzarono in seguito la guerra di terra moderna. Due erano di tipo software: controllo scientifico del fuoco dell'artiglieria e rivoluzione nelle tattiche di fanteria. Le altre si possono considerare hardware: tank, dirigibili, mitragliatrici e radiocomunicazioni. Quest'ultima tecnologia può considerarsi quella che collegò le altre cinque tramite un C³ di operazioni combinate. Questo non fu possibile fino all'introduzione di radio a onde continue a valvole termoioniche, di peso contenuto, impiegate in radiotelefonia.

Sembrerà strano, ma il carro armato nacque dalle riflessioni sulla guerra di trincea da parte della marina britannica, invece che dell'esercito. La marina, essendo abituata a una guerra di movimento da sempre, conìò il concetto di carro armato come "corazzata terrestre". La tecnologia adatta sopraggiunse in ritardo, ma derivò direttamente da quella della Caterpillar americana che si occupava di macchinari agricoli.

Nel 1923 il colonnello Fuller aveva suggerito che le guerre del futuro sarebbero state vinte grazie ad attacchi strategici dall'aria o grazie alla cooperazione tattica di carri armati e unità aeree. Altri, come Basil Liddell Hart e il generale italiano Douhet, avanzarono dottrine sull'effetto psicologico dei bombardamenti aerei.

³⁴ *Ibidem*, p.218

V

Subito dopo la Prima guerra mondiale molti apparecchi trasmettenti si ritrovarono sul mercato dei residuati bellici. Fu così che soprattutto a partire dal 1923 si creò una schiera di radioamatori che si rifacevano anche a riviste specializzate che spiegavano come riadattare le vecchie apparecchiature all'uso hobbistico e commerciale destinato all'intrattenimento. Venivano venduti veri e propri kit di montaggio per la trasformazione e la rimessa in opera.

Oltre a questo, la guerra aveva lasciato un numero di tecnici addestrati e d'ingegneri elettronici che avevano ampliato le potenzialità del settore radio. Essi costituirono poi il nucleo degli ingegneri elettronici della Seconda guerra mondiale. Presso il centro di addestramento militare di Flowerdown furono tenuti corsi per gli operatori radio inglesi smobilitati al fine di mettere le loro competenze a servizio del settore commerciale. Allo scoppio della guerra i radioamatori contribuirono agli scopi militari e una volta finito il conflitto, beneficiarono degli sviluppi tecnici acquisiti. Gli storici parlano spesso dei vantaggi derivati a statunitensi e britannici da entrambe le guerre in termini di produzione più efficace e miglior mobilitazione delle risorse.

Guerra aerea: comunicazioni, comando e controllo. Il radar nella Seconda guerra mondiale e l'ascesa egemonica degli Stati Uniti

Da quanto sin qui detto risulta evidente il ruolo dell'informazione e delle telecomunicazioni per qualunque stato che aspirasse all'avvicendamento nell'egemonia. Nel 1939 gli stati capitalistici interessati erano quattro: lo stato egemone in declino, la Gran Bretagna, i due sfidanti dopo il primo conflitto, Stati Uniti e Germania e un nuovo sfidante, il Giappone. La Gran Bretagna fino alla Prima guerra mondiale aveva avuto il suo "fossato difensivo" naturale in cui la marina rappresentava l'elemento difensivo raramente integrato con una geostrategia puramente offensiva. Come ben evidenziato da Mahan nel 1880, la Gran Bretagna controllava il mondo controllandone i traffici marittimi tramite guerre condotte con il blocco navale.

Le marine non possono comunque controllare anche il territorio interno dei continenti e l'Inghilterra non si era mai accollata i costi di un esercito permanente, eccezion fatta per il primo conflitto mondiale. La perdita del 'fossato difensivo' fece sì che la Gran Bretagna fosse la prima a dotarsi di un'aviazione militare concepita come braccio offensivo della stessa marina. Fu subito chiaro che il compito delle navi era quello di bloccare i porti per ridurre le importazioni di materie prime e cibo e quello dei bombardieri di distruggere infrastrutture industriali e di incidere negativamente sul morale dei civili. Le forze aeree avrebbero poi potuto colpire direttamente nel

territorio del nemico, cosa impossibile alla marina. Probabilmente senza una tale tattica la Germania nazista avrebbe continuato a prosperare indisturbata.

La Germania, secondo l'analisi di Mackinder, avrebbe optato per strutturare lo stato su scala continentale attraverso ferrovie e telegrafia. Con l'avvento delle radiocomunicazioni e del ripristino della guerra di movimento, essa si trovò in un posizione di vantaggio, potendo riprendere la sua strategia offensiva grazie alla radio mobile, oltre che alle forze aeree, di fondamentale importanza data la sua posizione centrale rispetto a stati potenti a est come a ovest.

Per gli Stati Uniti la fine del primo conflitto mondiale non comportò un'attenzione geopolitica rivolta al resto del mondo, restando il paese in una posizione di isolazionismo, favorita dal "fossato naturale" costituito da Atlantico e Pacifico. In tale prospettiva si capisce bene come furono introiettate le dottrine di Mahan e come la marina si presentasse come la vera arma difensiva, ma non solo, del paese. La ricerca del predominio navale fu il criterio guida degli stanziamenti militari, che furono via via incrementati in tale settore. Se però Atlantico e Pacifico non erano più sufficienti a difendere il paese, come per la Gran Bretagna le forze aeree apparvero dopo la Prima guerra mondiale un complemento o addirittura un sostituto delle forze navali. Certo è comunque che il mancato coinvolgimento di forze aeree nella Prima guerra mondiale ritardò lo sviluppo di un'adeguata aviazione statunitense.

Il Giappone operò per vie diverse, aderendo solo parzialmente alle teorie di Mahan e soprattutto per quanto riguardava la prospettiva di uno scontro decisivo finale. Non vennero costruite navi sufficienti per proteggere i convogli mercantili. In seguito l'impero del Sol Levante distribuì le forze aeree fra marina e esercito, utilizzando la parte coordinata con l'esercito come forza tattica e la parte integrata alla marina per le offensive strategiche.

Nel secondo e nel terzo decennio del Novecento lo sviluppo della radio mobile aveva incoraggiato la forma offensiva, ma con l'avvento del radar la strategia difensiva riacquistò la propria importanza. La corsa a dotarsi di tale apparecchiatura fu vinta ancora una volta dalla Gran Bretagna, ma la cosa stupisce perchè in realtà dal punto di vista tecnico la Germania era in posizione di vantaggio. La causa di quella che è stata interpretata come un'incompetenza tedesca, va invece ricercata nell'egualitarismo del regime nazista: contrariamente a Stati Uniti e Gran Bretagna, in Germania infatti non furono redatte liste di tecnici da destinare allo sviluppo e all'utilizzo delle tecnologie. Tutti indistintamente furono liberi di arruolarsi o furono chiamati alle armi nei reparti di fanteria o in altre armi, per cui, nel momento i cui servivano tecnici per le comunicazioni, questi non si trovarono.

Il ruolo statunitense resta ambiguo. Pur possedendo nel 1939 una delle migliori industrie elettroniche, essi combatterono la maggior parte della Seconda guerra mondiale con strumentazioni della flotta britannica. Il mancato sviluppo della tecnologia radar può essere ascritto non tanto a motivazioni tecniche, quanto all'illusione che gli oceani rappresentassero limiti invalicabili. Non fu disdegnata una politica offensiva, visto che già nella metà degli anni trenta erano stati costruiti una buona quantità di bombardieri a lungo raggio.

Non molto diversa la situazione del Giappone, che limitò lo sviluppo del radar, anch'esso convinto della teoria del 'fossato difensivo'. Eppure, i giapponesi avevano realizzato un trasmettitore a emissione continua di 500 W, anche se va detto che non avevano tecnici e ingegneri, oltre che materiali, paragonabili a quelli degli altri stati in corsa per l'egemonia.

Ricerca e sviluppo del radar furono, quindi, prerogativa anglo-tedesca. Gli Stati Uniti svilupparono un raffinato modello di radar navale, ma nell'isolamento più totale. Contemporaneamente furono comunque perfezionate le strumentazioni inglesi. Secondo Hugill i motivi del successo anglo-tedesco e dell'insuccesso degli altri nella costruzione del radar furono essenzialmente quattro: la teoria geopolitica, l'ossessione per guerra aerea successiva al 1918, l'organizzazione sociopolitica della ricerca, lo sviluppo della televisione elettronica a carattere commerciale.

I

Dopo il 1938 e dopo il bombardamento di Guernica da parte tedesca nella guerra civile di Spagna, al resto del mondo sembrava evidente il pericolo di una Luftwaffe capace di colpire qualsiasi paese distruggendo città, infrastrutture e popolazione civile. Dopo tale guerra l'attenzione tedesca si era orientata principalmente verso operazioni aeree di carattere tattico. La strategia tedesca era intesa a mettere in pratica le teorie sul bombardamento strategico, come quelle dell'italiano Douhet, sviluppatesi nel corso degli anni venti e trenta. In esse si enfatizzavano l'attacco aereo, la debolezza delle difese antiaeree e gli effetti dei bombardamenti sul morale dell'opinione pubblica. L'Inghilterra, proprio in previsione di un attacco di questo tipo, aveva iniziato una ricerca difensiva che portò poi allo sviluppo del radar. I risultati si videro nella battaglia d'Inghilterra del settembre 1940. Spesso è stato sottovalutato dagli storici l'impegno della Gran Bretagna nello sviluppo dell'aeronautica, ma è certo che nel 1940 gli inglesi produssero un numero ben più elevato di aerei dei tedeschi e fu così per il resto della guerra. Gli inglesi, contrariamente alle asserzioni più in voga, seppero distribuire le loro risorse su una strategia aerea difensiva,

dirottandole dopo il 1941 e l'invasione tedesca della Russia su una tattica offensiva. I tedeschi al contrario non riuscirono a creare o ad applicare una giusta linea strategica offensiva e non capitalizzarono la superiorità tecnica ed elettronica, né quella dei loro caccia. Questo consentì ai loro nemici di riorganizzarsi nel 1942. La Germania impiegò troppo tempo nel 1943 per elaborare una corretta teoria difensiva e ciò spiega la sua sconfitta.

Fino all'avvento del radar era stato molto difficile avvistare e neutralizzare un attacco nemico. Le comunicazioni via telefono non permettevano di poter avvisare in tempo le squadriglie di aerei per la difesa aerea. Era possibile una localizzazione del suono tramite strumenti limitati. I rilevatori a infrarossi consentivano di individuare il calore di un motore, ma erano facilmente ingannati dalle variazioni di temperatura. Per rendere efficace una difesa aerea bisognava che i caccia fossero permanentemente in volo. Negli anni successivi alla prima guerra mondiale si lavorò molto alla capacità ascensionale per migliorare il contrasto ai bombardieri. Tutto era inoltre limitato dalla capacità di rifornimento, che a volte causava più perdite delle battaglie. Non a caso si affermò che il bombardiere sarebbe sempre riuscito a passare. Nel frattempo la tecnologia radio si sviluppava abbastanza rapidamente. Si poteva trasmettere nella regione media dello spettro delle frequenze radio. Si compirono ricerche sulle interazioni tra onde radio e strati superiori dell'atmosfera, che si concentrarono sulla banda dei 20 m, quella in grado di trasportare segnali in ogni parte del pianeta. Con lo sviluppo del radar ci fu un notevole cambiamento, tanto che questa venne descritta come l'invenzione che cambiò il mondo e l'arma che fece vincere la Seconda guerra mondiale. Oggi sappiamo che gli sviluppi geostrategici del radar furono operati dalla marina e non dall'aviazione. Una prima applicazione commerciale fu quella della nave francese *Normandie* dotata di un sistema in grado di individuare gli ostacoli.

Il primo sistema radar a scopo di difesa di città fu il “*chain home*” (in codice Catena Nazionale) realizzato a Londra, avendo la Gran Bretagna realizzato che ben presto Londra avrebbe potuto essere attaccata. Un primo sistema era già stato proposto nel 1935 e, grazie all'intuizione di Hugh Dowding, addetto alla ricerca dell'Aeronautica militare, poi al comando dei caccia della battaglia d'Inghilterra, ne venne finanziato il relativo sviluppo. Furono costruite una serie di cinque stazioni di monitoraggio tra l'estuario del Tamigi e Londra. Uno dei primi problemi fu quello della compattezza degli apparecchi, che derivava dalla realizzazione delle valvole termoioniche, prodotte da fabbricanti di lampadine, che creavano problemi di autoinduttanza e auto capacità. I tedeschi crearono valvole all'avanguardia producendone circa 16 milioni di esemplari. Nel 1938, il sistema “*chain home*” era comunque attivo. Questo sistema elettronico presentò delle falle, colmate dalle vedette a terra del ROC (Royal Observer Corps), composto per lo più da ufficiali in pensione,

proprietari terrieri e loro dipendenti. Protagonisti della battaglia d'Inghilterra furono il caccia inglese Supermarine Spitfire e l'Bf 109 tedesco. Accanto allo Spitfire non va dimenticato l'Hurricane, tutti insieme simboli concreti della lotta in corso, assieme all'eroicità dei piloti d'ambo i fronti. Uno degli elementi di sconfitta dei Bf 109 fu l'impiego che ne venne fatto. Dotati di velocità superiore agli Spitfire, furono affiancati come scorta ai bombardieri e qui persero il duello. Altro elemento critico fu la scarsa sistematicità degli attacchi portati dai tedeschi ai radar inglesi. Non è del tutto attendibile l'ipotesi che uno dei fattori della sconfitta tedesca fu il peso del motore Daimler-Benz del Bf 109, rispetto al Merlin dei caccia inglesi. In realtà, la battaglia si svolse a 4500 metri d'altezza e qui l'aereo tedesco presentava dei vantaggi. Vero è che la capacità di rifornimento era inferiore e molti aerei precipitarono nel canale della Manica al ritorno, anche con piloti ben addestrati. Allo stesso tempo ci fu l'errore dello sviluppo del caccia Bf 110, che, pensato come un aereo di scorta strategico a lungo raggio, fu letteralmente surclassato per caratteristiche dagli aerei della RAF. D'altronde, nel 1936, era perito in un incidente aereo il vero visionario della potenza aerea tedesca, Walther Wever e con lui il suo progetto di bombardieri strategici. Tutti questi elementi della sconfitta tedesca, o vittoria britannica, non sono nulla in confronto all'uso appropriato del radar e del ROC, che permetteva anzi tempo di avvistare e segnalare gli attacchi. I piloti tedeschi si basavano sui loro occhi, i piloti dei caccia inglesi sulle segnalazioni radar. Le istruzioni dei tedeschi erano vecchie di qualche ora, quelle degli inglesi di qualche secondo. Bisogna inoltre riportare che inizialmente Hitler non aveva prospettato un attacco alla Gran Bretagna, anzi aveva cercato degli accordi, visto che le sue mire espansionistiche si dirigevano verso l'Europa orientale. L'attacco all'Inghilterra fu privo di un piano coerente e la battaglia che ne conseguì fu condotta come uno scontro avulso dal resto della guerra.

Il radar fu anche alla base dei blitz notturni che la Gran Bretagna compì tra il 1940 e il 1941 in Germania. Una volta risolti i problemi di funzionamento delle postazioni radar a terra, la ricerca si rivolse all'impiego su caccia notturni. Una tecnologia di tale tipo era stata sviluppata a partire dal 1936 con gli esperimenti di Watson Watt; nel 1941 fu pronta per i primi blitz notturni. I tedeschi per i blitz notturni avevano impiegato una tecnologia abbastanza sofisticata, il radiofaro applicato anche in aviazione civile. Nel 1940 erano stati effettuati vari bombardamenti notturni grazie all'impiego dell'RDF, ma gli inglesi erano riusciti ad adottare una serie di contromisure elettroniche atte al disturbo. I piloti tedeschi avevano segnalato l'inadeguatezza del sistema utilizzato, ma la collera di Hitler per gli attacchi su Berlino non fece desistere dai bombardamenti su Londra. Nel 1941, entrò in servizio un nuovo sistema tedesco, ma gli inglesi avevano già reso operativi gli apparecchi ECM di disturbo.

II

Uno dei problemi della realizzazione dei primi apparecchi radar, come già detto, era rappresentato dalle dimensioni delle valvole termoioniche. Un apporto importante alla risoluzione dei problemi di questa tecnologia, venne dall'esigenza di realizzare valvole più piccole per il sistema VHF utilizzato dalla televisione e in misura minore dalla radio. Grazie alla televisione furono introdotti i tubi catodici, che costituirono uno dei componenti più importanti del radar. La tecnologia VHF fu anche migliorata dall'invenzione, negli Stati Uniti, della trasmissione a modulazione di frequenza (FM), adottata, per via delle scarse interferenze registrate, anche dalle forze di polizia per le loro radio portatili. Analoga tecnologia fu sviluppata per le comunicazioni in VHF terra-aria, in Gran Bretagna, che fu disponibile in tempo per la battaglia d'Inghilterra.

Il legame tra televisione e tecnologia radar viene messo in evidenza da Bowen, figura di maggior spicco nella realizzazione del radar aereo britannico. Dopo la fine del conflitto le vetrine di negozi radio e televisioni inglesi si riempirono di circuiti radar residuati di guerra, ricercati dagli appassionati che li utilizzavano per la realizzazione di apparecchi televisivi amatoriali, come nella Prima guerra avevano fatto i radioamatori. Il lavoro di manutenzione dei televisori fu anche l'impiego maggiormente praticato nel dopoguerra dagli addetti agli impianti radar. In tempo di guerra in effetti molti impiegati e tecnici delle televisioni commerciali britanniche erano stati arruolati come operatori e tecnici radar. Questo apporto fu fondamentale per la guerra elettronica, che si avvale di ingegneri e tecnici provenienti dal settore della televisione commerciale già ben sperimentato.

Hugill evidenzia anche il ruolo dell'organizzazione sociale della ricerca nella televisione britannica, affermando che significativo per il successo del radar potrebbe essere stato anche l'impiego di un grande numero di ebrei nel settore dell'industria elettronica inglese.

Con l'introduzione delle antenne rotanti e del PPI inventato da Dummer, ovvero un *display* realizzato con tubo a raggi catodici, l'addetto radar poteva identificare l'aggressore e il caccia. Poteva essere seguito un caccia alla volta, ma era un buon risultato, visti i modesti attacchi notturni dei tedeschi. Nel gennaio 1941 l'introduzione della versione GCI (intercettatore radar di terra) migliorata consentì agli addetti al controllo radar a terra di seguire sia il caccia che la preda sullo stesso dispositivo PPI distinguendoli. Le unità nemiche abbattute aumentarono bruscamente, tanto che le perdite tedesche divennero intollerabili. Verso la fine dei blitz notturni il radar centimetrico

era ancora in fase di sviluppo e si serviva del magnetron, una valvola termoionica a emissione regolata da un campo magnetico esterno, inventato da Boot e Randall.

Dopo un tentativo d'invasione nel 1944 costato troppo in termini di vite umane, i tedeschi passarono agli attacchi missilistici con l'impiego delle V-1 e delle V-2. Questo missile balistico non poteva modificare autonomamente il proprio moto una volta avviato e proprio per questo ne poteva essere prevista la traiettoria balistica grazie al sistema "*chain home*", avvisando la popolazione che poteva così raggiungere i rifugi. Il V-1 invece non era prevedibile e doveva essere abbattuto. Gli aerei erano ancora troppo lenti e anche il primo *jet* britannico non era all'altezza della velocità. Se colpiti con le mitragliatrici degli aerei i rottami esplosi spesso uccidevano i piloti degli aerei. Si adottò il sistema del colpo d'ala per deviarne la traiettoria, finché si passò all'uso della contraerea guidata tramite radar. Circa la metà delle V-1 furono abbattuti tramite il radar SCR 584.

Nel periodo 1943-1945, la popolazione tedesca fu martoriata dai bombardamenti britannici e statunitensi che utilizzavano tecnologie diverse, lanciando un numero quasi pari di bombe. Più di metà delle bombe statunitensi furono lanciate con l'ausilio del radar, a cielo coperto.

Le difese aeree tedesche erano viziate fin dall'inizio da una concezione errata dell'aviazione. Nel 1937 si pensava che bastassero un po' di cannoni di contraerea e gli occhi degli osservatori. I primi tentativi di difesa aerea furono grossolani, proprio com'era accaduto inizialmente in Gran Bretagna. L'atteggiamento prevalente era che la Luftwaffe attacca, ma non si difende. Nel settembre 1940 comunque le unità radar Freya erano state installate lungo il confine meridionale della regione olandese per intercettare i bombardieri inglesi. In ottobre erano stati installati i radar Würzburg per la difesa notturna. I due sistemi, pur efficaci, non furono installati secondo un sistema di C³ adeguato. L'area coperta in totale dai radar era troppo esigua e un caccia doveva combattere l'aereo nemico entro un cubo rigido, che veniva poi passato al caccia del settore successivo. Nel 1943 un nuovo sistema introdotto da Himmelbett garantì una maggior efficienza e il 76 per cento degli intercettamenti notturni portò ad abbattimenti nemici. Per dirigere un caccia verso un bombardiere nemico occorreva il lavoro di centoquaranta persone. Inoltre bastava il lancio di semplici strisce di alluminio per alterare i segnali facendo apparire un numero eccessivo di bersagli. Il sistema tedesco fu praticamente reso inutilizzabile e i tedeschi regredirono a una forma di intercettamento, che si serviva delle città in fiamme per illuminare i bombardieri britannici rendendoli visibili ai caccia pattugliatori. Gli scienziati tedeschi erano tecnologicamente più avanzati sullo sviluppo del radar, ma ritenevano, all'inizio del conflitto, che gli inglesi non conoscessero questa tecnologia. Durante una missione di rilevamento dei segnali radar compiuta dai tedeschi sul suolo britannico, essi captarono degli impulsi che fraintesero, vista la più bassa tecnologia inglese, con quelli provenienti

dalla normale rete elettrica. I tedeschi non si resero conto che “*chain home*” era un sistema radar rozzo ma efficace e si convinsero che i loro bombardieri sarebbero giunti indisturbati. Quando i tedeschi avevano in parte danneggiato “*chain home*”, non continuarono a colpirlo con costanza e in tal modo il sistema radar britannico, dotatosi nel frattempo di stazioni ridondanti, non cessò di intercettare. La Luftwaffe pagò un prezzo molto alto per la sua dottrina offensiva. Forse la sconfitta tedesca fu decretata proprio dalla preparazione solamente offensiva e per nulla improntata alla difensiva. Gli inglesi, poi, godettero di un periodo di anni di pace tra il 1936 e 1940 in cui poter sviluppare la loro difesa.

Anche in Germania risultarono decisive le convergenze tra gli interessi della televisione ad alta definizione e quelli del radar. La televisione dei primi anni trenta era concepita come uno strumento di propaganda e non d'intrattenimento. La cinetelevisione fu utilizzata nell'arco di tutto il conflitto. Nel marzo 1935 fu inaugurato un servizio regolare da Berlino, che fu distrutto da un incendio pochi mesi dopo. Nel 1936 si contavano circa cento ricevitori televisivi e, nonostante le dichiarazioni ufficiali, non vi erano apparecchi in vendita al pubblico. Durante i giochi olimpici le trasmissioni risultavano di modesta qualità, successivamente iniziarono dei miglioramenti quotidiani, che non erano tuttavia paragonabili al servizio britannico. Nel 1939 fu presentato un modello di televisore tedesco i cui sviluppi furono bloccati dallo scoppio del conflitto. Differentemente dalla situazione britannica, non ci fu uno sviluppo commerciale prebellico della televisione in Germania e questo comportò durante il conflitto un minor apporto di tecnici e ingegneri specializzati a servizio del radar.

Bisogna notare differenze sostanziali tra le due concezioni di radar inglese e radar tedesco. I britannici elaborarono un sistema che tendeva a riportare il concetto di “fossato difensivo”, trasformando nuovamente la Gran Bretagna in un'isola. I tedeschi, legati alla guerra offensiva e mobile, adottarono un radar a lunghezza d'onda di 50 cm, il Würzburg, compatto, trasportabile da un camioncino alimentato da un generatore semovente. Furono anche in questo caso le geostrategie a determinare le scelte tecniche.

Anche per quanto riguarda il radar montato sugli aerei alcune scelte sociali determinarono l'uso e l'insuccesso tedesco. Venne montato un apparecchio abbastanza ingombrante che utilizzava tre tubi catodici e un'antenna posta all'esterno del velivolo, fastidiosa per i piloti. Molti di essi, stizziti, segarono l'antenna. Si dice che il generale Martini, comandante del corpo di segnalatori della Luftwaffe, fece eseguire un collaudo di un radar montato su un BF 110 a una squadriglia composta da ufficiali. Questi giudicarono antisportiva la diavoleria tecnologica. Assegnato lo stesso aereo a un pilota che da civile faceva l'operaio, Martini constatò che questo,

imparato l'uso del radar, aveva abbattuto tre aerei nemici in una notte. Nelle missioni successive la squadriglia aveva fatto in modo di farlo decollare dopo gli appartenenti alle classi sociali più elevate. La carenza di cultura tecnica tra i piloti è addebitabile proprio all'ossequio per lo *status* sociale, che una guerra basata sulla tecnologia non poteva permettersi. Ancora una volta la scienza era sacrificata a concezioni che consideravano l'ufficiale tedesco discendente diretto dei cavalieri teutonici. Dopo il 1941 questa riluttanza condita di alterigia per la tecnologia iniziò a scomparire, visto che il più alto abbattimento in missioni notturne è ascrivibile al maggiore Henrich, un principe del casato Sayn-Wittgenstein. Dal 1941 l'industria tedesca iniziò a soffrire la penuria di materie prime e di conseguenza scemò la capacità produttiva. Il nazionalsocialismo contava oppositori interni che causarono sabotaggi man mano che cresceva il numero degli operai schiavizzati.

Si può dire che le difficoltà tedesche nacquero più da problemi di *software* che di *hardware*, afferma Hugill.

III

Due carenze segnarono profondamente le attività di ricerca tedesche: la mancanza di un adeguato sforzo scientifico e quella di un dialogo tra scienziati e operatori radar, conseguente all'atteggiamento del nazismo, tendente a finanziare prioritariamente le attività ideologicamente orientate intorno a temi come i miti nordici e le origini razziali, piuttosto che i settori della fisica, dell'elettronica e di altre scienze. La produzione scientifico-tecnica nelle università risultava perciò dimezzata. Inoltre la leva di massa non consentì di stilare liste di persone preparate in campo tecnico e, d'altra parte, l'odio antisemita privò il *corpus* tecnicoscintifico tedesco delle menti più brillanti appartenenti all'*intelligenza* ebraica, consegnandoli praticamente, quando si salvarono, in mano al nemico.

La discussione durata per più di un anno intorno a quale migliore lunghezza d'onda adottare per il radar fu il classico esempio della nefasta tendenza del nazionalsocialismo a dover rendere conto essenzialmente a quattro blocchi di potere: partito, burocrazia statale, industria e esercito.

Il nazionalismo nacque comunque come una rivolta antimodernista. Alcune discipline come la matematica e la fisica furono devastate dalla pretesa di dare origine a una scienza "ariana" e dalle accuse tra colleghi in competizione di essere "ebrei nello spirito". Le scelte vennero spesso compiute in base alla militanza di partito a scapito della portata scientifica. Solamente dal 1936, con l'intensificarsi dei preparativi bellici, si ebbe un capovolgimento a favore dei tecnocrati e dopo le sconfitte del '43 anche i più scriteriati membri del partito imbevuti di miti romantici da Valhalla

paradiso degli eroi virarono a favore della ricerca tecnico-scientifica. Lo sviluppo del radar non patì troppo a causa di ideologie di questo tipo, anche perché la ricerca in tale settore avveniva in ambito industriale, dove il partito era meno potente, anche se non mancò la disputa tra partigiani dei sistemi ad alta frequenza che sostenevano di essere “più puri” spiritualmente di coloro che lavoravano alle basse frequenze.

IV

Il definitivo fallimento tedesco fu dovuto al ritardo nell'elaborazione di un sistema di difesa notturna efficace, da opporre a un nemico ben determinato. Ciò fu dovuto, come anticipato, a una dottrina dell'aviazione a scopo offensivo che non contemplava nessuna ipotesi difensiva. L'unico generale ad aver capito l'importanza di un sistema di difesa notturna fu Kammhuber, caduto però in disgrazia per tre motivi. Il primo fu il controllo del combattimento aereo senza sistema IFF e adeguato radar montato sui velivoli, con la conseguenza di operazioni condotte all'interno di rigidi cubi di spazio definiti, che gli inglesi attraversavano facilmente. I britannici utilizzarono la strategia di concentrare molti bombardieri in un raid che confondeva inevitabilmente le difese avversarie. La proposta di Kammhuber di potenziare il sistema di difesa fu respinto da Hitler che riteneva i rapporti sulla dislocazione dei bombardieri inglesi e statunitensi un falso. Per ultimo, la rovina di Kammhuber fu il bombardamento su Amburgo alla fine di luglio del 1943, in cui morirono almeno 40.000 persone in una tra le peggiori piogge di fuoco di tutta la guerra in Europa. Il successo britannico fu supportato dall'impiego dell'ECM Window per il disturbo dei sistemi di rilevamento. Successivamente alcune modifiche ai caccia tedeschi consentirono di tornare a procurare danni ai bombardieri inglesi, soprattutto grazie al montaggio di cannoncini sul tetto, il che permetteva di mitragliare questi ultimi dal basso. Si evidenziarono però problemi tecnici rilevanti che ancora una volta regalarono la superiorità ai caccia inglesi. Inoltre i tedeschi persero anche la guerra della produzione industriale, se si pensa che spesso combattevano con stormi di 60-80 caccia notturni, contro 600-800 bombardieri quadrimotori e 150-200 caccia inglesi. Ad alleviare queste condizioni intervenne l'apparato Naxos, un radar che, montato in coda al velivolo, era in grado di segnalare al pilota la presenza del nemico sul retro, tramite segnali acustici in cuffia e sfarfallio sul display del tubo a raggi catodici.

Nel 1944, durante l'attacco a Norimberga, le condizioni atmosferiche e il Naxos resero più facile l'abbattimento di aerei inglesi, le cui perdite equivalsero a una sconfitta, abbassando il morale del Comando bombardieri. In realtà, la sospensione successiva degli attacchi rivolti a Berlino, fu

per via dell'accorciarsi delle notti e anche per la lontananza dalle basi alleate. La chiave per ridurre le perdite, anche da parte degli statunitensi, fu di organizzare la scorta con caccia strategici a lungo raggio dal 1943.

Concludendo, per quanto riguarda lo sviluppo del radar durante la guerra, anche se le ricerche in proposito risultano ancora lacunose, Hugill afferma con Overly che la guerra aerea necessitava di un progresso che richiedeva un'alleanza stretta tra élite scientifica e militare. Pur essendo meno finanziata di quella tedesca, l'élite scientifica britannica fu reclutata per la guerra con più decisione e efficienza. Così avvenne anche negli Stati Uniti, dove non c'era una politicizzazione delle università come quella della Germania nazista. Molti di questi aspetti possono essere ascritti alle differenze fondamentali fra le economie liberali e capitalistiche dell'Occidente e le economie basate sul controllo e la pianificazione prevalenti tra le potenze dell'Asse e dell'Unione Sovietica³⁵.

V

All'entrata in guerra gli statunitensi pensavano di condurre la loro battaglia aerea con bombardamenti diurni mirati alle infrastrutture. In realtà le condizioni atmosferiche della Germania e l'entrata in azione dei caccia tedeschi li fecero presto ricredere. La filosofia militare statunitense prevedeva un costo di perdite non superiore al 10 per cento, mentre i primi bombardamenti ne producevano circa il 20 per cento. Le prestazioni dei bombardieri non risultavano in grado di eludere i caccia. Questo decretò un cambio di strategia attraverso l'adozione del radar H2S, preso a prestito dagli inglesi, che permetteva di vedere al di là della cortina di nuvole. Poiché però esso si rivelò insufficiente, si cercò di migliorare le prestazioni dei bombardieri B-17 e B-24 montando torrette con cannoncini e mitragliatrici difensive. Dal 1943, come detto, i miglioramenti furono evidenti con l'introduzione del caccia di scorta. Sul finire del febbraio 1944, gli americani lanciarono un'offensiva per l'annientamento della forza aerea tedesca colpendo i centri di produzione aeronautica e attirando i caccia in trappole micidiali. Questa fu la strategia vincente insieme a una guerra di logoramento contro i caccia stessi.

C'è da osservare che gli statunitensi non furono messi alla prova da una guerra difensiva salvo che nei primi mesi del 1942 dai giapponesi. I tedeschi combatterono sia per attaccare che per difendersi ma rimanendo ancorati a una strategia di guerra che puntava tutto sull'offensiva tattica, senza aver mai dato vita a una tecnica difensiva adeguata. Non misero mai a punto un bombardiere efficace e ciò fu evidente nell'attacco alla Russia. Gli inglesi, concentrando i loro attacchi notturni e alternandoli a quelli diurni statunitensi, misero alle strette la Germania.

³⁵ Hugill, *op. cit.*, p.301

Dopo gli insuccessi di Norimberga e Berlino, che provocarono ripercussioni psicologiche, il bombardamento di Dresda venne interpretato come una vittoria di Pirro. Più tardi il Comando bombardieri mise in dubbio l'eticità di attacchi contro i civili con molta più enfasi di quanto non avesse fatto all'epoca e le giustificazioni proprie del tempo di guerra che asserivano si fosse trattato di una rappresaglia contro gli attacchi di Coventry e Londra risuonarono ancor più false. La battaglia diurna e notturna operata in Germania fu logorante anche per i piloti esperti dei caccia tedeschi e tale logoramento rese l'invasione d'Europa più facile di quanto poteva sembrare. Elemento fondamentale della battaglia sulla Germania non fu tanto che gli Alleati non riuscirono a conseguire una chiara vittoria, ma che i tedeschi non riuscirono a mettere a frutto i vantaggi di chi sta difendendo la propria patria.

Nel periodo della neotecnica, gli statunitensi erano più organizzati nella ricerca e nello sviluppo, con risultati migliori rispetto a quelli dei tedeschi. Questi ultimi, a loro volta, riuscivano meglio degli inglesi. Gli inglesi tuttavia riuscirono attraverso il radar a ribaltare quest'ordine imponendosi al primo posto, seguiti dai tedeschi e da ultimi dagli statunitensi. La Gran Bretagna minacciata da un riarmo della Germania adottò subito una politica di stato di guerra e tale pericolo fu ben ponderato fin dagli inizi. La collaborazione tra ambiente scientifico e militare era infatti iniziata intensamente dal 1936.

Gli Stati Uniti non eccellevano dal punto di vista militare, soprattutto per la politica pacifista intrapresa tra le due guerre e per l'imperante strategia mahaniana. Pur avendo essi compiuto lavori pionieristici sul radar, una certa ossessione per la segretezza non aveva portato a sviluppi scientifici. Né esercito né aviazione erano a conoscenza della sperimentazione promossa dalla marina.

Il fallimento tedesco è più complesso. L'ascesa di Hitler provocò una devastazione delle università scientifiche. Anche se GEMA e Telefunken erano aziende all'avanguardia, risultavano carenti di ingegneri competenti. Molti di loro, date le persecuzioni ebraiche, avendo possibilità di emigrare, lasciarono la Germania portando le loro competenze proprio in Gran Bretagna e Stati Uniti. Gli ebrei inglesi e americani, resi edotti dai racconti degli ebrei emigrati, si adoperarono per sviluppare tecnologie militari atte alla distruzione del terzo Reich.

Questi fattori determinarono il completo fallimento della Germania nazista nel progetto di sostituirsi all'egemonia britannica. Alla fine della Seconda guerra mondiale, gli Stati Uniti, in parte grazie alle grandi strutture per la ricerca industriale realizzate durante il periodo bellico, tra cui il Radiation Laboratory al MIT e anche, ad esempio, i Laboratori Bell, arrivarono al dominio completo dello sviluppo del radar. Se guardiamo al 1940, lo sviluppo militare statunitense si

avvicina a quello degli altri, solamente forse riguardo al settore navale. Altrettanto lento fu lo sviluppo nel settore televisivo commerciale.

Non è facile spiegare il fallimento statunitense della fine anni trenta se non alla luce di considerazioni di carattere geopolitico e politico. Le prime devono puntare l'attenzione sul fatto che una teoria rivolta a un'offensiva aerea strategica necessitava di un forte impegno nella ricerca per la difesa aerea, le seconde devono chiamare in causa il disinteresse per un'accelerazione del sistema commerciale di televisione in alta definizione. A ciò si aggiunga quella che Hugill ha già chiamato un'ossessiva segretezza intorno al radar della marina e la volontà da parte governativa di non affrontare costi ritenuti elevatissimi, anche se quelli per la flotta aerea offensiva non erano certo bassi.

Se negli anni trenta l'errore fu nella mancata previsione di un'offensiva aerea, questa venne invece pensata a partire dal 1940 con la progettazione di bombardieri capaci di grande autonomia per colpire la Germania direttamente dal Nord America. Gli Stati Uniti produssero in definitiva tre dei quattro più grandi bombardieri strategici della Seconda guerra mondiale, ma un solo grande caccia, peraltro tale solo nella sua riprogettazione con motore britannico. Il B-29 era molto progredito rispetto agli standard europei, almeno quanto lo era stato sette anni prima il B-17: ciò rafforzò la convinzione che con esso si potesse operare efficacemente con azioni diurne, finché i primi interventi non mostrarono il contrario. La teoria offensiva degli USA era basata ancora una volta sul "fossato difensivo", ma ciò non era più sostenibile anche in considerazione del fatto che la guerra e i relativi grandi combattimenti erano stati portati avanti da altri per quattro anni, soprattutto da un alleato come la Gran Bretagna, che tre anni prima aveva dato all'America la tecnologia radar sperimentata.

Il fallimento nipponico è più facile da analizzare. Mancò lo sforzo di ricerca e di sviluppo nella produzione di sistemi radar e i giapponesi patirono più dei tedeschi un sistema economico dirigistico. Marina e aviazione si affidarono a una teoria offensiva ancor più della Luftwaffe o della marina statunitense, con l'aggravante di una tattica basata sulla picchiata e sulla scarsa possibilità di sopravvivenza.

Il fallimento tedesco, infine, non fu tanto di natura tecnica, quanto geopolitica. La Germania nazista intendeva avere il controllo del cuore del continente. Concepì la propria geostrategia offensiva per sostenere la propria geopolitica e la tecnologia offrì i mezzi. Trascurò però completamente la tattica difensiva e la tecnologia adatta per consentirla. Il riappropriarsi del "fossato difensivo" da parte britannica e i blitz notturni ne furono una dimostrazione. Il fallimento fu ancor più palese in Russia, anche perché i tedeschi erano privi di un bombardiere strategico a

lungo raggio d'azione. Senza controllo dell'Atlantico e delle isole britanniche, non poterono impedire agli statunitensi di spostare grandi quantitativi di uomini e materiali attraverso l'Oceano. Le vittorie difensive degli inglesi e dell'Unione Sovietica prepararono il successo dell'avanzata delle truppe di terra alleate dopo la metà del 1944.

Teoria del sistema mondiale e telecomunicazioni

Dal 1945 al 1971 si registra l'evidente se pur ritardato passaggio agli Stati Uniti della egemonia delle telecomunicazioni. Il problema da analizzare è il perché del ritardo nell'assunzione di egemonia da parte statunitense. Secondo l'interpretazione isolazionista la volontà di potenza degli Stati Uniti nati dalla rivoluzione nei confronti di una potenza imperiale non era ancora sufficientemente matura, sulla base di idee democratiche di un paese relativamente giovane avverso alle politiche di potere europee. Il coinvolgimento nella Prima guerra mondiale sarebbe stata, quindi, una follia e il destino dell'America sarebbe stato quello di una fortezza mahaniana. Naturalmente si tratta di una concezione idealistica, ma che contiene qualche fondamento di verità.

Contro la tesi isolazionista ci sono ipotesi divergenti che paiono ben fondate. Per esempio le spese militari non subirono nessuna flessione dopo il 1918. Nel 1922 gli Stati Uniti ottennero che la flotta navale fosse alla pari di quella Inglese, con relativo smantellamento di una parte di quest'ultima. Investirono poi sullo sviluppo di moderne portaerei, certamente rivelatosi un vantaggio durante il secondo conflitto. Fu allestito il bombardiere strategico B-17. I partiti repubblicano e democratico avevano entrambi politiche indirizzate verso il raggiungimento egemonico. Sono tutti elementi che smentiscono l'ipotesi di un governo isolazionista. Alcuni dati e varie pubblicazioni dell'epoca sembrano mostrare un'ascesa egemonica a scapito della Gran Bretagna già nel primo dopoguerra. Perché tale dato di fatto non venne riconosciuto nonostante l'opinione di alcuni osservatori? La risposta va cercata, secondo Hugill, nel motore dei cicli di Kondratieff e nel riconoscimento della capacità di condurre una guerra come fattore risolutivo di uno scontro per l'egemonia.

L'autore afferma che la spinta per le fasi di crescita dei cicli va cercata negli investimenti in nuove tecnologie realizzati nella fase di flessione e che tali tecnologie hanno i loro precursori in precedenti cicli d'investimento, che vanno manifestandosi con evidenza nelle grandi aree metropolitane mondiali.

L'epoca in cui ci troviamo viene definita "economia dell'informazione", ma già nella fase B del secondo ciclo di Kondratieff, periodo dell'egemonia britannica, si ha un'onda stazionaria. Certo alla fine dell'Ottocento si contavano anche cavi statunitensi, ma solo nominalmente, perché realizzati grazie a investimenti britannici. Nonostante gli accordi esistenti il fatto che tutti i cavi passassero per Londra garantì alla Gran Bretagna un accesso quasi illimitato a tutte le comunicazioni telegrafiche. L'attuale sistema di telecomunicazioni è, quindi, il prodotto di una lotta per l'egemonia iniziata un secolo fa.

Principale antagonista del dominio inglese fu la marina statunitense. Dopo il primo conflitto mondiale la marina continuò a esercitare il predominio sul controllo geostrategico. I tre teatri di scontro prevedevano il dominio del petrolio già posseduto dagli USA, quello dei trasporti egemonizzato dalla Gran Bretagna e quello delle telecomunicazioni mondiali, in cui la partita era ancora aperta. La RCA venne pensata come antagonista della Marconi, ma finì per allearsi con questa e l'egemonia fu di fatto conservata dalla Gran Bretagna, che aveva acquisito anche i cavi tedeschi dopo la Prima guerra. Gli ingegneri statunitensi avevano scommesso sulla tecnologia sbagliata, cioè quella a bassa frequenza dell'arco di Poulsen che richiedeva un maggior dispendio energetico e minore compattezza rispetto alle valvole termoioniche. Fu commesso anche l'errore di consegnare all'esercito le onde lunghe in bassa frequenza e ci volle un decennio di conferenze internazionali per correggere la stortura. Alla fine degli anni trenta la Gran Bretagna si trovò anche al centro dei collegamenti radiotelefonici mondiali. Il sistema radio a bassa frequenza creato dagli Stati Uniti negli anni dieci fu cortocircuitato dal sistema britannico in alta frequenza con antenne a fascio.

La perdita di controllo statunitense sulle tecnologie di trasmissione è dimostrata anche dai grandi successi della televisione ad alta definizione e da quelli in campo militare in Inghilterra. Non si può poi prescindere dal fatto che la Gran Bretagna era un impero mondiale e che conseguentemente investì in cavi sottomarini e successivamente sulle radiocomunicazioni, situazione che l'aiutò ad avere un vantaggio anche nello sviluppo del radar. Evidenti legami emergono tra televisione e radar. Durante la seconda fase della Seconda guerra mondiale la Gran Bretagna proprio attraverso il radar tornò alla posizione geopolitica tradizionale, di fossato difensivo. Il radar si rivelò possedere anche capacità offensive. Il primo successo statunitense fu pertanto rimandato a dopo la guerra.

La radiotelegrafia, verso la fine degli anni venti, era funzionante, ma presentava ancora problemi dovuti alle interferenze atmosferiche e una capacità trasmissiva limitata. Miglioramenti furono realizzati grazie alla Bell. Uno sviluppo dei cavi telefonici sottomarini fu possibile già nel 1942, in conseguenza delle attività di ricerca fatte dalla compagnia, che realizzò un cavo a dodici circuiti, il quale impiegava amplificatori a valvole sommersi, a distanza di 80 km. Il tutto si bloccò però a causa dell'inizio del conflitto. Nel 1950 entrò in servizio un cavo sperimentale di questo genere tra la Florida e l'Avana, che divenne operativo nel 1956. Il fatto che il 90 per cento di tali cavi fosse stato prodotto a Londra mostra il residuo egemonico britannico.

Lo sviluppo delle linee aeree transoceaniche permise un maggior controllo nel mondo di lingua inglese da parte delle aziende statunitensi. Un esempio fu la English Ford, che dopo il 1951 non condivideva nessun modello con la casa madre, comportandosi come un'azienda autonoma fino alla fine degli anni cinquanta, quando Detroit ne riprese il controllo. La Bell realizzò la tecnologia TAT-1, che ebbe un discreto successo, tanto da far aumentare la richiesta transoceanica del 20 per cento l'anno. Si aggiunsero due cavi britannici e uno francese, ma la Bell gestiva sette sistemi TAT. La crescita del traffico telefonico transatlantico costituisce una prova dell'inizio di un'egemonia statunitense. Nel 1974 erano in servizio 3173 circuiti transatlantici, numero raddoppiato già nel 1975 e aumentato di ulteriori 4000 unità nel 1983. Gli incrementi dei cavi avvennero anche verso l'America Latina. Si sarebbe potuti arrivare a un sistema di 16.000 canali, ma il futuro si trasferiva nelle trasmissioni digitali PCM a modulazione codificata d'impulsi, tramite satellite o cavi a fibra ottica.

La Gran Bretagna non lasciò mai la posa dei cavi sottomarini completamente in mani statunitensi, provvedendo all'installazione del Cantat-1 con una trasmissibilità più alta del 70 per cento del TAT-1. Il sistema fu ampliato nel Commonwealth.

La Bell cercò di estendere il regime di semi-monopolio dei cavi anche alle comunicazioni satellitari sponsorizzando il Progetto Telstar, ma il governo si oppose, preferendo sostenere Intelsat, organizzazione internazionale via satellite. Nel 1962 venne lanciato il Telstar I, che si rivelò però limitato. Nel 1963 il Telstar II affiancò il primo; più resistente alle radiazioni, si rivelò anch'esso di difficile utilizzo. Era evidente che questa tecnologia era possibile solo con il lancio di satelliti in orbite geostazionarie, caratterizzate cioè da quota e velocità elevate per mantenerli in moto alla stessa velocità della Terra. In tal modo si potevano mettere stazioni a terra meno costose e efficienti.

Nel 1962 si arrivò a un accordo in cui diciannove nazioni (Australia, Austria, Belgio, Canada, Danimarca, Francia, Germani, Giappone, Irlanda, Italia, Olanda, Norvegia, Portogallo, Svezia, Svizzera, Regno Unito Stati Uniti e Vaticano) partecipavano allo sviluppo di Intelsat. Gli Stati Uniti gestirono il 61 per cento delle quote iniziali e fu stabilito che pur essendo consentiti aggiustamenti non si scendesse sotto il 50,6 per cento. La minaccia Intelsat stimolò 146 aziende aerospaziali europee a formare Eurospace, più due enti internazionali fusi nel 1971 nella European Space Agency.

La fase matura delle telecomunicazioni satellitari si aprì nel 1971 con il posizionamento in orbita di Intelsat IV, che fu in grado di trasmettere fino a 12 canali televisivi a colori da 4000 a 6000 canali voce per la telefonia. Nel 1977 la tecnologia PCM consentì di quadruplicare la capacità trasmissiva. Dei venti satelliti civili in servizio nel 1977, 19 erano statunitensi e 1 sovietico. L'ultimo grande cavo sottomarino fu inaugurato nel 1983 e da allora è cresciuta la capacità trasmissiva satellitare, tanto che oggi assistiamo a un eccesso di capacità. Nella metà degli anni ottanta, il sistema Intelsat operava con 16 satelliti, rappresentando di fatto un trionfo della diplomazia statunitense al tempo della guerra fredda.

Tutto questo ha sicuramente agevolato lo spionaggio elettronico, così come nel ventesimo secolo era stato da parte della Gran Bretagna con i cavi. I satelliti hanno però il problema della limitatezza della durata. Quelli più recenti sono progettati per una vita media di 10 anni. Inoltre esiste una difficoltà di accordi tra stati per le orbite.

Gli Stati Uniti si trovano quindi nella posizione detenuta dalla Gran Bretagna alla fine del diciannovesimo secolo. L'egemonia è costantemente minacciata da alcune nazioni che cercano di realizzare satelliti meno costosi e dalla posa di cavi sottomarini a fibre ottiche in cui primeggiano francesi e inglesi. Grazie allo Shuttle è stato possibile trasportare in orbita satelliti più grandi, ma non se ne è rilevata un'alternativa a basso costo.

E' prevedibile che la congiuntura dello sviluppo economico mondiale porterà a una distribuzione delle telecomunicazioni che non saranno più appannaggio monopolistico di una nazione o di gruppi di nazioni. Pertanto sono valide per Huggill due conclusioni. Se l'efficienza nel processare e trasportare informazioni sarà ancora determinante nel ciclo di espansione Kondratieff e nel prossimo ciclo di leadership mondiale, allora non esisterà una chiara transizione di egemonia. Il libero interscambio delle informazioni farà in modo che non esista più un monopolio globale. Altra conclusione è che è invece molto probabile che il prossimo ciclo di investimenti e di crescita dell'economia globale non avrà più come parametro la capacità di processare le informazioni, ma altro. Sostiene l'autore che non bisogna avere la presunzione che il futuro sia semplicemente una

continuazione del presente. Possiamo attenderci infatti un'innovazione di *software* e non di *hardware*. Egli è convinto che le innovazioni nelle forze sociali di produzione, che per lui includono anche il commercio, l'educazione e la distribuzione sociale e geografica della ricchezza, hanno altrettanta importanza delle forze materiali della produzione.