

GIROLAMO FANTONI

LA NAVIGAZIONE AL TEMPO
DI GIOVANNI CABOTO
CONFRONTO FRA GLI ODIERNI SISTEMI
DI NAVIGAZIONE E QUELLI USATI
ALLA FINE DEL MEDIOEVO

1. *La navigazione odierna*

Anzitutto, parlando di *navigazione*, bisogna dire cosa si intende, cioè cosa si vuol dire quando si dice *navigare*. In brevissima sintesi generica, *navigare* significa trasferire un veicolo da un punto a un altro della superficie terrestre; ciò naturalmente si può fare per terra o per mare o per aria; noi ci occuperemo in particolare dei trasferimenti per mare. L'unica grossa differenza rispetto al trasferimento via terra è che sul mare non vi sono strade né cartelli, quindi il percorso sulla carta lo dobbiamo disegnare noi. Anche in questo caso prendiamo la carta della zona interessata, individuiamo i punti di partenza e di arrivo, disegniamo noi stessi la *strada* che vogliamo seguire (la chiamiamo *rotta*, ma è pur sempre una strada). Poi misuriamo la distanza da percorrere e, sapendo la velocità che vogliamo o possiamo fare, stabiliamo il tempo che ci occorre; e finalmente partiamo.

Per seguire la strada che abbiamo scelto e disegnato, non avendo *guard-rails* o paracarri che ci costringono a stare sulla rotta prescelta, dobbiamo necessariamente disporre di uno strumento che indichi alla nave la direzione del cammino che si vuol percorrere; da tempo immemorabile questo strumento è la *bussola*, sia essa di tipo magnetico o giroscopico; essa ha la capacità e il pregio di indicare la direzione del nord, e quindi consente di indirizzare la nave mantenendo la sua rotta nella direzione prescelta tra i 360° del cerchio dell'orizzonte.

Per sapere in quale punto del percorso ci troviamo in ogni momento, ci occorre uno strumento che misuri la velocità della nave o le miglia che sono

state percorse dalla partenza, cioè un *tachimetro* che funzioni esattamente come fanno i contachilometri/tachimetri delle auto; magari aggiungiamo anche un buon *orologio* per risolvere le formula del percorso $s = vt$.

In definitiva, disponendo di carta nautica, bussola, tachimetro e orologio, abbiamo tutto ciò che serve per navigare. Questo semplicissimo modo di navigare si chiama *navigazione stimata*.

È evidente che, in linea concettuale, la navigazione stimata è sufficiente per risolvere qualsiasi problema di trasferimento via mare. In pratica però, gli strumenti che abbiamo citato, appunto in quanto strumenti di misura, commettono inevitabili errori (di misura) e, purtroppo, in questo caso errori normalmente superiori a quelli che il navigante è disposto a tollerare (o, per meglio dire, che al navigante è consentito di tollerare); inoltre a questi errori si aggiungono altri errori causati da elementi esterni, come quelli di carattere meteorologico e oceanografico (venti, correnti, maree, ecc.), che influenzano la rotta della nave e di cui non si riesce mai a tenere conto in modo sufficientemente preciso.

In sostanza, facendo *navigazione stimata* normalmente non si riesce a tenere la nave sulla rotta voluta, e questo modo di navigare risulta insufficiente per le esigenze di chi vuole spostarsi in mare.

Perciò, per aiutare il navigante a condurre più correttamente il suo navigare, nel corso dei secoli (in particolare nel secolo in cui viviamo) sono stati elaborati altri sistemi di navigazione, intesi a stabilire, con precisione superiore a quella della navigazione stimata, in quale posizione si trovi il navigante; ciò gli consente, di tanto in tanto, di riprendere il viaggio partendo da una posizione più esatta di quella che gli aveva fornito la sua stima.

Negli ultimi tempi l'evoluzione dei sistemi di navigazione per correggere l'insufficiente navigazione stimata è stata gigantesca e rapidissima; direi che questa fantastica evoluzione si è sviluppata praticamente all'interno di una sola generazione: la nostra (quella di noi vecchi, diciamo).

Quando io ho cominciato a navigare (1937, settanta anni fa), l'unico ausilio pratico alla navigazione stimata era la *navigazione astronomica*. In questo sistema, per stabilire la propria posizione in mare correggendo il punto stimato, si usano gli astri, in particolare le stelle e il Sole. Infatti l'aspetto del cielo astronomico – in particolare l'altezza degli astri sull'orizzonte in un certo istante – è variabile a seconda della posizione geografica di chi guarda; perciò, misurando l'altezza degli astri, si può legare ad essi la posizione della nave; in particolare, la scienza e la tecnica consentono già da tempo di ottenere questo risultato con precisione superiore a quella del punto stimato.

Gli strumenti necessari per ottenere la posizione della nave per via astronomica sono tre: il *sestante*, misuratore delle altezze degli astri sull'orizzonte, il

cronometro, che serve a misurare con grande precisione l'ora delle misure, poiché il cielo stellato ruota e bisogna «fermarlo» al momento in cui si fa l'osservazione; e alcune semplici formule di trigonometria sferica (facilmente tabulabili), per elaborare matematicamente il rapporto tra la posizione degli astri e quella della nave.

Il sestante va considerato il pronipote di tutti gli antichi misuratori di altezza, come il quadrante, di cui parleremo più oltre (e cito ancora tra gli altri, l'asta di Giacobbe, l'astrolabio, l'ottante). Il sestante è uno strumento tuttora in uso, anche se, per la verità, sta cominciando a prendere molta polvere nei cassetti delle navi, travolto dal gigantesco progresso dei sistemi di navigazione elettronici.

Il cronometro navale ha avuto il suo momento di gloria proprio al momento della nascita, quando finalmente l'inglese Harrison, alla fine del '700, riuscì a imbarcare un complicato strumento che manteneva il tempo a bordo per lunghi periodi con sufficiente precisione. Nel quadro del successivo progresso dell'orologeria, i salti da gigante del cronometro furono l'invenzione di Marconi, che consentiva di trasmettere per radio i segnali orari da inserire nel cronometro di bordo, e l'introduzione nel cronometro del regolatore a quarzo, che ha reso lo strumento molto meno fragile di quello a bilanciere.

Nel campo della navigazione l'uso dell'astronomia, dopo alcuni limitati, timidi e saltuari impieghi a partire dalla fine del '400, si è affermato in modo completo nel secolo scorso e va considerato tuttora in vita, anche se ha cominciato a soffrire per l'intervento dell'elettronica, che ha rivoluzionato tutto il quadro dei sistemi di navigazione.

Nel campo dell'elettronica navale il primo passo è stato l'invenzione dei radiofari, impiantati a terra, che emettevano segnali radio; la direzione di provenienza di questi segnali si poteva misurare con un apparato di bordo, il *radiogoniometro*, munito di apposita antenna circolare ruotante. Poi, per effetto del progresso causato dal secondo conflitto mondiale, è intervenuto il *radar*, strumento elettronico che misura la distanza di oggetti costieri noti e individuati, in una fascia di distanze piuttosto ampia. Oggi tutte le navi sono munite del radar di navigazione.

Un successivo passo gigantesco la navigazione elettronica lo ha fatto con l'introduzione dei cosiddetti *sistemi iperbolici*, i principali dei quali hanno i nomi di Loran, Omega, Decca. Essi sono basati sulla misura, fatta da un apposito ricevitore, della differenza di tempo o della differenza di fase con cui arrivano a bordo due segnali elettronici lanciati simultaneamente da due diverse stazioni costiere in posizioni geografiche conosciute. La differenza di tempo (si tratta di microsecondi) o la differenza di fase alla ricezione dei due segnali

stabilisce la differenza di distanza della nave dalle due stazioni emittenti; alla differenza di distanza corrisponde una ben precisa curva, a forma di iperbole (da cui il nome di questi sistemi), sulla quale si trova la nave.

I sistemi iperbolici, che servono molto bene anche la navigazione aerea, coprono ormai quasi tutto il mondo e hanno il vantaggio di fornire la posizione della nave con continuità, oltre che con eccellente precisione.

Questi sistemi iperbolici sono tuttora ampiamente usati, ma anche essi, pur avendo pochi anni di vita, cominciano a dare qualche segno di vecchiaia; infatti il campo della navigazione d'altura comincia ad essere invaso dal *sistema satellitare*. In questo sistema le stelle vengono sostituite da una costellazione di satelliti artificiali, le cui posizioni esatte sono conosciute con eccezionale precisione; questi satelliti emettono dei segnali che vengono ricevuti da un apparato di bordo; in questo apparato un piccolo calcolatore elabora i segnali dei satelliti e fornisce con continuità la posizione esatta della nave. La precisione fornita da questo sistema è semplicemente stupefacente; nella versione militare si parla dell'approssimazione del metro, in quella civile si raggiungono le decine di metri.

2. *La navigazione alla fine del Medioevo*

Notiamo subito che parliamo di tempi in cui non esistevano satelliti artificiali, né sistemi iperbolici; l'elettronica non esisteva; non c'erano sestanti né cronometri; non c'erano bussole giroscopiche né altri strumenti che per noi sono divenuti più che normali. Anche la stessa matematica, ausilio oggi indispensabile per navigare correttamente, nelle sue varie forme era materia solo per scienziati, ben lontana dalla mente e dalla capacità dei marinai.

Ovviamente quando possibile la navigazione era tendenzialmente costiera, anche a rischio di allungare un po' i percorsi; infatti, procedendo a vista di costa, tutto il tragitto si poteva effettuare «a occhio», senza alcun ricorso alla scienza e alla tecnica. Però anche qui vogliamo trascurare la navigazione costiera, poiché parlando di Caboto vogliamo occuparci della grande navigazione, cioè quella di alto mare, a quell'epoca già affermata e largamente praticata dalle marine di molti paesi civili.

Anche allora la navigazione di base era la navigazione stimata. Per questa operazione, come si è visto, occorrono le carte nautiche, la bussola, il tachimetro, e l'orologio; potremmo aggiungere anche lo *scandaglio*, specialmente nelle navigazioni esplorative, o per gli arrivi alla base e per le partenze, soprattutto nelle zone con alte maree.

I mezzi per definire la reale posizione dei luoghi erano ancora primitivi e imperfetti; qualcosa si poteva fare per definire con discreta approssimazione la

latitudine dei luoghi; la longitudine invece, in mancanza di cronometro e di segnali orari, era ancora nelle mani di Dio, e le carte del tempo lo dimostrano con tutta evidenza.

Per quanto riguarda gli strumenti di bordo, la dotazione era decisamente misera.

La velocità della nave e i percorsi erano apprezzati a occhio dal comandante o dall'ufficiale di guardia, e il loro esclusivo giudizio serviva a stabilire il *punto nave stimato*, senza alcuna possibilità di controllo tecnico. Anzi, il marinaio era soprattutto fiero di saper ben valutare «a occhio» la velocità, e quanto meglio sapeva effettuare questa valutazione tanto più era giudicato abile (tra parentesi devo aggiungere che Colombo, ad esempio, in fatto di apprezzamento della velocità si dimostrò sempre un maestro).

Di conseguenza la misura del tempo diveniva di secondaria importanza; comunque i momenti fondamentali del tempo a bordo erano quelli del sorgere e del tramontare del Sole, poiché su di essi si regolava tutta la vita di bordo. Nell'ambito del giorno e della notte gli intervalli di tempo che servivano, come la durata delle guardie, venivano regolati con la clessidra a sabbia.

Nelle navigazioni costiere e nelle entrate/uscite dei porti, specialmente in zone di forte marea come Bristol, ma anche e soprattutto nelle navigazioni di scoperta, particolare importanza poteva assumere lo scandaglio; si trattava naturalmente di uno strumento molto semplice (ben lontano dai moderni ecoscandagli): un blocchetto di piombo fissato in cima a una sagola graduata, che poteva essere lunga un centinaio di metri.

Il principale strumento per la navigazione era ancora la bussola magnetica. Inventata molto probabilmente dai cinesi alcuni secoli prima, e trasferita in Occidente attraverso gli arabi del Medioevo, la bussola magnetica alla fine del '400 aveva già un impiego soddisfacente nelle marinerie di maggior rilievo. Si trattava di bussole a secco, che però mancavano della sospensione cardanica, necessaria per contrastare le oscillazioni della nave (infatti questo tipo di sospensione fu inventato da Girolamo Cardano verso la metà del '500 proprio per essere usata sulle bussole delle navi). Molto spesso la bussola non era fissata alla struttura della nave; la graduazione su cui si leggeva la rotta anziché essere divisa in 360 gradi, come le bussole di oggi, era indicata dalla rosa dei venti. La divisione più piccola era la cosiddetta *quarta*, ampia circa 11 gradi (in luogo della divisione minima di 1 grado delle bussole moderne). Tutti questi inconvenienti, in aggiunta alle oscillazioni dovute ai movimenti della nave a causa del mare e del vento rendevano difficile tenere la nave sulla rotta voluta.

Naturalmente la bussola veniva controllata frequentemente sulla Stella Polare per verificare che funzionasse bene; nelle cronache del passato si ricorda spesso il gesto del navigante detto «benedizione del pilota», che serviva per

il controllo della bussola e consisteva nel puntare la mano sulla Stella Polare abbassandola poi verticalmente sino alla bussola per verificare la direzione dell'ago magnetico.

Dato che la bussola magnetica era il principale strumento a disposizione dei naviganti, dobbiamo anche tener conto di un fattore che assume particolare importanza nelle traversate alla fine del '400 e che ha mantenuto un grandissimo significato e importanza ancora per molti secoli. Quando si parla di bussola, si assume automaticamente il fatto che l'ago magnetico della bussola indichi il Nord geografico. In realtà ciò è inesatto; l'ago magnetico della bussola infatti tende a orientarsi verso il polo Nord magnetico prossimo al polo Nord geografico, ma non coincidente con esso, e in ogni caso lentamente variabile col tempo.

Da questo punto di vista, la traversata di Caboto fu più complessa di quella di Colombo. Egli infatti dall'Irlanda alle coste americane dovette attraversare zone oceaniche con declinazione magnetica tra 10° W e 25° W.

La rotta effettiva delle navi era governata più dalla direzione del vento che dalla volontà del comandante; in sostanza i percorsi fatti effettivamente andavano mediati sui tratti angolati che il vento più o meno contrario aveva obbligato a percorrere, bordeggiando da una parte all'altra della rotta che si voleva seguire.

Alla Stella Polare erano legate tre fondamentali funzioni della navigazione; anzitutto indicava la direzione del Nord, e quindi diceva al marinaio se la sua bussola magnetica a occhio e croce funzionava bene; in secondo luogo dava direttamente l'indicazione della latitudine in cui si trovava la nave (vedremo come); infine, insieme con le sue compagne dell'Orsa Minore, consentiva al navigante di misurare il tempo fornendogli l'ora della giornata.

Poiché il polo Nord celeste non è visibile, la funzione della Stella Polare è quella di marcare con la sua funzione il punto in cui esso si trova. Ma la Stella Polare purtroppo non coincide, né alla fine del '400 coincideva, con il polo Nord celeste. Infatti la Stella Polare, rimane sostanzialmente fissa in mezzo al firmamento; invece il polo Nord celeste si sposta seguendo il lento movimento conico giroscopico che l'asse terrestre compie con semiapertura di $23^{\circ}5'$ e che completa in circa 26.000 anni. Attualmente, il polo Nord celeste si trova in prossimità dell'Alfa dell'Orsa Minore, che è stata assunta come indicatrice del polo Nord celeste, da cui il nome di Stella Polare.

La distanza del polo Nord celeste dalla Stella Polare oggi è di circa $46'$; raggiungerà il minimo di $28'$ nel 2100, poi inizierà ad allontanarsi. Alla fine del '400 la distanza tra polo Nord celeste e Stella Polare era maggiore e si aggirava intorno ai tre gradi e mezzo.

Come si è detto, la Stella Polare era misurata anche per la determinazione della latitudine.

Alla fine del Medioevo il punto-nave si calcolava tenendo separate la latitudine e la longitudine. Questa si misurava come distanza dal meridiano dell'isola del Ferro, nelle Canarie, ultima terra conosciuta verso occidente; però in pratica, prima dell'invenzione del cronometro nautico, la sua misura era del tutto imperfetta.

Per la latitudine, invece, si utilizzava l'altezza della Stella Polare sull'orizzonte. Infatti già a quell'epoca era noto che la latitudine è uguale all'altezza del polo Nord sull'orizzonte; ma, non potendosi misurare l'altezza del polo, che è invisibile, si misurava l'altezza della Stella Polare che gli è molto vicina.

Per misurare l'altezza della Stella Polare si usava il quadrante, strumento semplicissimo, progenitore del sestante; era costituito da un arco di legno con una graduazione circolare da 0 a 90 gradi sulla periferia, un rudimentale mirino per traguardare la stella e un filo a piombo per indicare sulla graduazione l'altezza dell'astro.

Naturalmente il quadrante era uno strumento del tutto inidoneo per essere usato su piccole navi in navigazione, piattaforme soggette a ogni genere di movimenti, oscillazioni, accelerazioni. In pratica il quadrante veniva impiegato con risultati accettabili soltanto a terra (talvolta anche montato su un treppiede), specialmente per definire la latitudine dei luoghi appena scoperti; ciò avvenne in particolare sulla costa occidentale dell'Africa, mano a mano che i navigatori portoghesi si spinsero sempre più a sud lungo quella costa nel periodo delle grandi scoperte.

Essendo l'unico sistema conosciuto per trovare la latitudine, la misura dell'altezza della Polare talvolta veniva effettuata anche da bordo delle navi, ma i risultati ben raramente potevano considerarsi validi, poiché il pendolino del quadrante era troppo soggetto ai movimenti della nave.

Naturalmente tutte le letture di latitudine fatte sul quadrante o sull'astrolabio dovevano essere corrette per tener conto della distanza del polo Nord celeste dalla Stella. L'entità della correzione era variabile tra più e meno 3.5 gradi, e dipendeva ovviamente dalla posizione che la Polare nel suo giro diurno aveva rispetto al polo. Per accertarla nel XVI secolo ci si regolava sulla posizione delle altre stelle dell'Orsa Minore e in particolare delle due più esterne (Kochab e la vicina Gamma), che venivano chiamate le *Guardie* o *Guardiani*.

Il terzo scopo per cui i naviganti del '400 e del '500 si servivano delle stelle era l'accertamento dell'ora; anche a questo proposito ci sarebbe molto da dire, ma limitiamo la trattazione a pochi cenni.

Per misurare il tempo si usava quell'orologio celeste in cui il quadrante è il firmamento e la lancetta è l'Orsa Minore imperniata sul polo Nord. Come tutte le altre stelle, essa effettua un giro intero in 24 ore. In pratica, si immaginava che in cielo fosse disegnata una raggiera centrata sulla Stella Polare, costituita, ad esempio, da dodici raggi; su di essa la lancetta Orsa Minore passava da un raggio al successivo in due ore. Il punto di partenza per il conteggio delle ore, cioè l'ora zero, la mezzanotte, scorreva ruotando nel corso dell'anno sulla raggiera al ritmo di un raggio per ogni mese.

Per interpretare facilmente questo concetto, gli antichi immaginavano una figura umana centrata sulla Polare con il capo sulla verticale superiore; così potevano riferire la posizione della lancetta Orsa Minore alla testa, ai piedi o alle braccia di questa figura. L'approssimazione, naturalmente, era molto grande. Bisogna peraltro tenere presente che a quell'epoca sulle navi l'orario della giornata era normalmente regolato non sulle stelle, ma sui momenti fondamentali del sorgere e del tramontare del Sole, e sulla suddivisione del giorno e della notte in intervalli misurati con clessidre a sabbia. Ciò consentiva una buona alternanza dei servizi di guardia, una corretta registrazione degli avvenimenti sul diario di bordo e un sufficiente conteggio dei percorsi agli effetti della navigazione sistemata.

Qui finisce il tema che mi ero proposto, quello cioè di tratteggiare i concetti della navigazione e della sua evoluzione tra la fine del Medioevo e i giorni nostri. Ma, poiché stiamo ricordando Giovanni Caboto, vorrei dire brevemente alcune cose sul suo viaggio alla ricerca dell'India. Di questo viaggio, per nostra sfortuna, si sa piuttosto poco, soprattutto perché manca un diario o giornale di bordo.

Certamente Caboto era al corrente del primo viaggio di Colombo e del suo arrivo alle Indie attraverso l'Atlantico; certamente egli si propose di ricercare e trovare le terre d'oltreoceano navigando decisamente più a nord di Colombo. Per questo motivo egli offrì i suoi servizi e la sua esperienza al re d'Inghilterra Enrico VII, per rintracciare e consegnare alla sovranità del re le terre d'oltreoceano, procedendo su rotte più settentrionali di quelle colombiane.

Caboto non disponeva di grandi mezzi: tutto ciò che riuscì ad avere fu la *Mathew*, più o meno grande come la *Niña* (la più piccola delle tre di Colombo) con 18 uomini.

Con questa unica navicella Caboto partì da Bristol il 20 maggio 1497; la data fu certamente scelta per potersi giovare della stagione in latitudini non favorevoli dal punto di vista meteorologico. All'altezza della costa meridionale dell'Irlanda, nella zona di Dursey Head, Caboto si lanciò verso l'ignoto, seguendo la navigazione *in latitudine* in vigore da secoli (diciamo dal tempo di

Ulisse), ma ancora usata dai navigatori del Medioevo. Le rotte seguite da Caboto dovettero aggirarsi fra i 51° e i 52° Lat. N.

Mancando un diario, di questo viaggio si sa poco; statisticamente possiamo dire che il tempo potrebbe essere stato abbastanza favorevole, ma che certamente Caboto avrà incontrato nebbie, ghiacci e forse anche qualche forte vento non favorevole. Per quanto si sa, il viaggio sino all'arrivo durò 33 giorni, tanti quanti ne impiegò Colombo per la sua prima traversata su distanza doppia. Possiamo comunque dire con certezza che la traversata di Caboto, sia pure su metà distanza, va considerata estremamente ben riuscita, date la latitudine e le condizioni meteorologiche di quelle zone.

Dopo essere sbarcato in un punto tuttora discusso delle coste americane e aver esplorato, senza sbarcare, alcuni tratti di quelle coste e di quei mari, Caboto iniziò, intorno al 20 luglio, il viaggio di ritorno in Europa. Dopo una brillantissima navigazione per levante, con atterraggio all'isola di Ouessant davanti a Brest, la *Mathew* giunse a Bristol il 6 agosto, 77 giorni dopo la partenza.

È possibile che per questo ritorno si possa parlare di rientro anticipato, forse per carenza di scorte o di vettovaglie, forse per circostanze meteorologiche favorevoli; forse Caboto pensava che per continuare l'esplorazione delle nuove terre i mezzi di cui disponeva, una corvetta e pochi uomini, fossero inadeguati.

Nel febbraio dell'anno successivo, il 1498, il re Enrico VII, diede disposizioni per il secondo viaggio di Caboto oltre oceano. La flotta questa volta era composta da 5 navi, una provveduta e vettovagliata dal re, le altre armate a spese dei mercanti di Bristol.

La flotta partì da Bristol all'inizio di maggio. Una delle 5 navi rientrò subito per avaria in un porto irlandese. Le altre 4, al comando di Giovanni Caboto, procedettero verso l'altra sponda dell'Atlantico; di esse e dei suoi uomini non si seppe più nulla.