

### **Innovazioni tecniche e nuove esplorazioni**

*A rendere scoperta del Nuovo Mondo sono state oltre che le coraggiose iniziative degli esploratori e i finanziamenti delle Corone Iberiche importanti innovazioni soprattutto nell'arte nautica. Queste innovazioni sono favorite in misura decisiva dalle esperienze accumulate da navigatori, astronomi, cartografi, pescatori d'altura, armatori; soprattutto portoghesi e spagnoli nel corso dei secoli XIV e XV. All'origine dei progressi sembra in/atti esservi; più che la riscoperta del patrimonio scientifico antico, quel sapere pratico che gli europei hanno acquisito con le esperienze di navigazione, l'osservazione empirica dei venti, delle stelle, delle coste, il calcolo astronomico delle distanze. Perché i portoghesi o spagnoli potessero dirigere le loro navi verso il mare aperto, allontanandosi così dalle coste in vista delle quali si erano sino ad allora tenuti; erano necessarie alcune condizioni: determinare la propria posizione (e ciò fu reso possibile dall'introduzione della bussola e dell'astrolabio), navigare su imbarcazioni capaci di un carico maggiore, adattarsi alla direzione dei venti dispiegando vele triangolari; affrontare la lunga navigazione e le tempeste con timoni più sicuri, scafi più rotondi e pieni (simili a quelli delle caravelle), calcolare distanza tra le coste e prevedere i tempi di (grazie a nuovi strumenti di misurazione e della superficie del globo). Queste condizioni si realizzano verso la fine del secolo XV. A esse lo studioso Giuseppe Papagno dedica una sintetica analisi: mostrando come a condurre le navi nel Nuovo Mondo siano stati gli strumenti tecnici e le soluzioni scientifiche ideate dai navigatori; nelle pagine che seguono egli sembra smentire il celebre giudizio di Colombo, secondo il quale «per la realizzazione dell'impresa delle Indie la ragione, la matematica e l' mappamondo non furono di utilità».*

Vi sono delle condizioni oggettive che hanno portato le caravelle portoghesi e spagnole fuori dalla vista della terraferma nell'Oceano. Per asturiani, sivigliani e portoghesi non esiste un Mediterraneo se non negli stretti; per il resto davanti a loro v'è l'Oceano, un mare senza fine e senza terre prossime. La navigazione ha quindi un senso obbligato: essa è tendenzialmente nord-sud o sud-nord, cioè parallela alle coste. Qualsiasi navigazione d'altura(1) comporta la risoluzione di una serie di problemi, comuni a tutte le navigazioni ma che qui assumono rilievi particolari. Occorre anzitutto una buona attrezzatura velica. Nell'Atlantico i remi del Mediterraneo valgono assai meno per la natura stessa del mare, più grosso come onde. La velatura deve inoltre garantire una buona manovrabilità (che era il vantaggio determinante del remo nel Mediterraneo). Dunque conoscenze dell'azione del vento sulla tela. Agli inizi del Quattrocento comincia a prendere forma la caravella, un tre alberi dotato di vele latine(2) che sono in grado di prendere il vento da un ampio settore in direzione del vento; negli anni 1440-1450 la nave è già perfezionata dai portoghesi che ne fanno il loro mezzo nautico per eccellenza, ben presto imitati dagli spagnoli. Per tenere meglio il mare la caravella è più rotonda delle galere, più piena nell'opera viva e nell'opera morta(3), quindi capace, oltretutto, di un maggior carico mentre l'equipaggio necessario è minore per l'assenza del remo.

1. Quando cioè le imbarcazioni si spingono fuori dalla vista della costa.

2. Vele triangolari, fissate all'albero (verticale) e al boma (orizzontale) che consentono di sfruttare al massimo la forza dei venti. Esse sostituiscono le vele quadrangolari, meno efficaci nell'accogliere il vento

3. Con i termini opera morta e opera viva si intende nel linguaggio dei marinai la parte dello scafo che emerge dalla linea di galleggiamento e quella che è invece sott'acqua. La caravella, grazie al suo scafo tondeggiante, è in grado di accogliere una maggiore quantità di merci e persone e quindi consente all'equipaggio di restare a lungo in mare aperto senza rifornimenti.

È necessario, in secondo luogo, saper determinare il punto nave. Nel Mediterraneo la bussola (il *tche-nan*, o indicatore del sud, di origine cinese) giunge nel secolo XII e serve per determinare la direzione del moto di una nave rispetto al nord magnetico, Altro ausilio è la stella polare conosciuta sin dal mondo antico. Ma ciò non serve a fare il punto. Con questi elementi la navigazione si può fare infatti solo a vista o alla stima, secondo l'esperienza, Un progresso è la rappresentazione su carte del mare, delle coste e delle rotte: i portolani. Il più antico dovrebbe risalire a metà Duecento e il primo giunto fino a noi è la cosiddetta *Carta pisana* del 1270-1300 con distanze a stima e non a durata di viaggio in giorni, che unisce l'uso della bussola con una serie di rotte geometriche. Ciò presuppone una certa corrispondenza biunivoca tra punto della carta e superficie terrestre secondo una certa legge. *L'Atlante* di Pietro Visconti del 1318 fa intravedere già l'uso del regolo e del compasso e ciò introduce un ulteriore perfezionamento: una scala di misura angolare per quadranti. A fine Duecento gli strumenti di navigazione sono già, come dirà Raimondo Lullo nel 1286, *chartam, compassum, acum et estelam maris*. I portolani del secolo XIV vengono in grande misura redatti a Maiorca e in Catalogna, che divennero nel Trecento le grandi officine cartografiche del Mediterraneo, Nell'isola delle Baleari lavoravano a fianco a fianco cristiani, ebrei e musulmani; gli ebrei vi si distinguevano in modo particolare e le loro conoscenze delle coste atlantiche africane e dell'interno del continente erano certamente superiori a quelle di qualsiasi altro, dato che potevano contare sulle informazioni dei loro correligionari stabilitisi in Marocco, E bene ricordare che fino alla fine del secolo XV le Baleari sono un grosso emporio commerciale nel Mediterraneo occidentale e che sulle coste del Nord-Africa affluiva un commercio a cui erano interessati tutti gli europei dell'epoca: quello dell'oro sudanese, linfa indispensabile per tutte le attività mercantili assieme all'argento della Germania,

Per calcolare la latitudine si usava l'astrolabio, conosciuto sin dall'antichità ma progredito e perfezionatosi nei secoli XIV e XV. Esso serviva per calcolare l'altezza della polare o del sole sull'orizzonte; la triangolazione ottenuta dava la latitudine, Ma erano necessarie altre misurazioni complementari. Occorreva sapere infatti qual era la posizione del sole nel meridiano celeste in quella data e in quell'ora (sempre a mezzogiorno); per la polare occorreva anche stabilire l'ora esatta notturna della misurazione nelle varie posizioni della nave in mare, Alla pratica marinara si affiancarono tavole di misurazione che implicavano calcoli trigonometrici per ottenere subito la declinazione del sole e cronometri per avere la misura esatta delle ore notturne, Occorre dire infine che la bussola indica solo il nord magnetico che è però discosto dal nord geografico(4); a seconda delle località gli spostamenti sono impercettibili o accentuati. La conseguenza è che senza le opportune correzioni locali si producono errori anche vistosi sulla rotta reale, Probabilmente questo fenomeno era già conosciuto al tempo delle scoperte ma il primo a farne menzione diretta è comunque proprio Colombo nel suo diario di bordo, in cui dice che le bussole fiamminghe «noroesteavam una quarta», cioè che il meridiano magnetico era spostato a ovest di una quarta, cioè di 11° e 15'.

Ora il carattere d'urgenza nel risolvere tutti questi problemi nel modo migliore derivava dal tipo di mare e navigazione e l'Atlantico più che il Mediterraneo costituiva un banco di prova assai forte. Maree, venti, vastità del mare, correnti, una navigazione nord-sud, assenza di punti di riferimento una volta al largo imponevano

4, A causa della dislocazione delle masse terrestri, il nord magnetico (cioè quello verso cui punta l'ago della bussola) non corrisponde a quello geografico nord delle che raffigurano il mondo), Il navigatore deve pertanto sapere che per il nord geografico è necessario correggere la rotta tenendo conto della deviazione subita dalla bussola. -

## L'Europa e i Nuovi Mondi

a commercianti, pescatori, corsari una maggiore quantità di sapere pratico, una maggiore dimestichezza con gli strumenti di navigazione, pena il perdersi o il non far più ritorno. Sapere pratico dunque, fatto di osservazioni tradotte in appunti, in conoscenze tramandate oralmente; ma sapere pratico che implicava anche in ogni direzione un carattere fondamentale: il calcolo e la misura, ovverosia l'algebra, la geometria e astronomia. È solo dall'esistenza di pratiche intrecciate con nozioni scientifiche certe e trasmissibili con regole che può prendere avvio l'avventura delle scoperte geografiche sul lato tecnico.

Il passaggio cruciale consiste nell'abbandono della navigazione a stima (in cui gli errori, anche piccoli, delle variabili si sommano tra loro comportando rilevanti menti di rotta) per quella astronomica, nella quale il calcolo consente di fare con maggior precisione il punto nave. Ed è questa una vera e propria rivoluzione non solo nelle tecniche ma, soprattutto, nel modo di pensare il mondo. L'orizzonte del navigatore non è più quello reale, visibile, in cui sensi ed esperienza hanno gran parte, pur con l'ausilio di alcuni strumenti (quali la bussola, l'astrolabio e i portolani). L'area di movimento e il sistema di relazioni divengono progressivamente quello delle carte su cui si compiono calcoli in base a osservazioni astronomiche strumentali: in definitiva il mondo vero del navigatore è quello simulato con operazioni scientifiche ed è su questo -e non sul mondo sensibile- che si fa affidamento per andare da un punto all'altro della terra. Questo mondo si perfezionerà con la pubblicazione dell'opera del Mercatore nel 1569, dove, per la prima volta, la terra viene presentata come un cilindro in cui meridiani e paralleli si incrociano fra loro a 90° e la deformazione che ne risulta viene corretta con apposite scale. Ed è questa l'immagine che va sempre più affermandosi: per essere capito e dominato il mondo deve anche essere passibile di manipolazione ma con regole di natura scientifica e con il calcolo matematico. Questo passaggio cruciale tra la verità offerta dal mondo sensibile e la realtà di un mondo costruito su un sapere pratico e su regole scientifiche si effettua nella nautica verso il quando i portoghesi applicano per primi nelle loro uscite lungo l'Atlantico del Sud la navigazione astronomica. Prova ne è il viaggio di Bartholomeu Diaz al Capo (Tormetoso) di Buona Speranza (1488), effettuato interamente in mare aperto: da Lisbona a! Capo andando verso il Brasile e rientrando poi in prossimità del Capo con una precisione che indica ormai un dominio avanzato dell'attrezzatura scientifica di navigazione. Per giungere a un tale risultato, che sarà poi esaltato dal primo viaggio di Cristoforo Colombo (il quale segue la rotta ancor oggi considerata ottimale nella traversata a vela sia dell'andata e sia, soprattutto, del ritorno), si è dovuti passare attraverso la soluzione di taluni problemi pratici (come la navigazione d'altura atlantica) ma anche attraverso la formazione di un patrimonio mentale e scientifico che si è affiancato, ha incrociato o aiutato il sapere pratico. Valga per il primo caso il problema del doppiare Capo Bojador lungo le coste dell'Africa occidentale. I tentativi delle caravelle portoghesi si erano infranti perché le correnti e i venti portavano al largo e impedivano di andare a sud e ritornare poi a nord seguendo la costa. Gil Eanes vi riesce nel 1434 perché nel ritorno compie una virata larga a ovest in mare aperto. Come? Probabilmente fruendo delle notizie precedenti e di migliori attrezzature: ancora una volta sapere pratico e calcoli. Del resto le Azzorre, che fanno da perno per la situazione dei venti tra l'Africa occidentale e Lisbona. erano state già scoperte nel 1427. Dal 1434 hanno dunque inizio le navigazioni atlantiche, titolo del famoso libro di Alvise da Cadamosto (pubblicato da Montalboddo a Venezia nel 1507) che aveva navigato in Guinea in due viaggi, nel 1455 e 1456 (e in quest'ultimo scopri le isole del capo Verde).