

B. — INTORNO AGLI STUDI DEL DOTT. GÜNTHER
SULLA STORIA DELLA GEOGRAFIA MATEMATICA E FISICA (1)
per G. MARINELLI.

4) *Giovanni Werner da Norimberga in relazione colla Geografia
matematica e fisica* (2).

Fra la ricca schiera di scolari, che Regiomontano lasciò dietro di sé a Norimberga, si distinguono in prima linea Walther, Alberto Duro, Schöner e Werner. Senonchè la celebrità astronomica e cosmografica del primo e del terzo, e la artistica di Alberto Duro, fecero sì che rimanesse dimenticato il nome di Werner più che il suo valore non lo comportasse. A riparare tale ingiusta dimenticanza ecco che il Günther, pur seguendo parzialmente le tracce di Doppelmayr, che già illustrava gli scienziati norimberghesi, fra gli altri *studî* sulla storia della geografia matematica e fisica, uno ne introduce a memoria e conoscenza di quest'uomo, che portò un reale ed importante tributo a questi due rami della scienza geografica.

Anche il Werner (1468-1528) è fra quegli scienziati tedeschi, che pagarono il loro tributo all'Italia; poichè compiuti gli studi nella patria Norimberga e in altre università tedesche, vi venne sul 20° anno di età sua e vi rimase per lungo tempo a perfezionarvi il suo sapere. Fu prete, e in funzioni ecclesiastiche passò in Norimberga il secondo trentennio di sua vita, dando le ore di ozio a quelle matematiche e a quella astronomia, che già avean formato tema dei suoi studi giovanili, e anche oggetto di ricerche a Roma, dove si sa aver egli compiute alcune osservazioni celesti, delle quali non si possiede criterio veruno per giudicarle.

Di lui possediamo due lavori collettivi, di cui uno di argomenti matematici ed astronomici e l'altro (e di questo noi specialmente discorreremo), concernente alcune importanti questioni geografiche. Altri suoi scritti, fra quali un « *libellus arithmeticus* », andarono perduti, mentre alcunchè ci venne conservato grazie le cure di Luca Alantsee, di Bousquet e di Teubner (3).

Non è nostro compito di arrestarci, come fa il Günther, ad osservare i meriti del Werner come matematico, i quali sarebbero invero rilevantissimi, ma ci affrettiamo a ciò che concerne i lavori geografici. Questi stanno raccolti nella biblioteca civica (Stadtbybliothek) di Norimberga, in un volume di miscellanea, che contiene anche scritti di matematica e che è registrato sotto « *Math. fol. 6; 2* ». Precede una « *Introductio geographica Petri Apiani in doctissimas Vernerii annotationes, continens plenum intellectum et iudicium omnis operationis, quæ per sinus et per chordas in Geographia confici potest, adjuncto radio astronomico cum quadrante novo Metheoroscopii loco longe utilissimo* ». Seguono quindi alcuni scritti di Werner, un

(1) *Continuazione e fine*, vedi fascicoli precedenti.

(2) *Johann Werner aus Nürnberg und seine Beziehungen zur mathematischen und physischen Erdkunde.*

(3) Pag. 279.

commento di Bessarione, l' « Organon Uranicum » di Münster e altri lavori di Münster e di Ulmer.

È solo alla quarataduesima pagina che comincia uno scritto indipendente di Werner, col titolo: « Joannis Vernerii Nurenbergensis recens interpretamentum in primum librum Geographiae Cl. Ptolemæi ».

Toccate in succinto le differenze tra geografia e corografia, quali già appaiono nel maggior numero delle edizioni di Tolomeo, o nel Pietro Apiano, e del momento in cui Tolomeo rivendicò, contro l'avviso di Strabone, il nome di *geografia* alla parte matematica di tale scienza, passa alla « historia » (cioè *esposizione del metodo*) delle misure di distanza fra due punti del globo, le quali possono essere compiuti con due metodi, l'uno geometrico ed imperfetto, astronomico l'altro e suscettibile della maggiore perfezione « perfecta existit et infallibilis » (1). Naturalmente questo si basa su alcune (sei) verità geometriche esprimenti la forma sferica del globo nostro, e quindi assolutamente lontane da qualunque delle idee di rigonfiamenti acquei, delle quali abbiamo largamente trattato (2).

Nel terzo capitolo si allude, senza espressamente nominarla, alla misura eratostenica del grado, e quindi si afferma, la distanza che intercede fra il « vertex » (zenith) di due punti corrispondere alla differenza della loro latitudine.

Per determinare la declinazione del sole, in quei tempi, solevano gli astronomi servirsi delle tavole di Giorgio Peurbach o di quel Domenico Maria (quidam Dominicus Maria, in Bononia civitate Italiæ) Novara, ch'ebbe anche il vanto di essere stato maestro di Copernico, ed esse assegnavano una obliquità dell'eclittica, i cui valori variavano tra 23° 28' e 23° 29'. Quali sieno stati i meriti dell'Italiano e quanto abbia dalle sue cifre tratto il Werner, fu esposto dal Jacoli in un recente scritto: *Intorno alla determinazione di Domenico Maria Novara dell'obliquità dell'eclittica*. (Roma, 1877). Ma un nuovo argomento per giudicare di ciò può ricavarsi eziandio del « Prognosticon » per gli anni 1500-1504, di cui il Günther ci offre un piccolo saggio, perchè non solo interessa tale questione, ma molte altre della geografia matematica e fisica (3).

Una nota (la 7^a) contiene il modo di determinare la latitudine, di giorno mediante la culminazione « altitudo meridiana » del sole, e la notte mediante la declinazione di una stella, già anteriormente nota. Il Werner espone poi come, coll'aiuto delle tavole alfonsine e di quelle di Regiomontano, possa altresì determinarsi la latitudine, mediante i passaggi al meridiano di una stella circumpolare, deducendo poscia le medie; sistema questo che dovea poi approdare alla classica risoluzione del problema data da Douwes.

Non ci è permesso qui seguire l'autore, nemmeno coll'aiuto del Günther, in una complicata esposizione geometrica del modo di fissare l'angolo di posizione di due località terrestri; alla quale tien dietro il cenno sull'uso del gnomone, che egli rammenta come sia stato dapprima innalzato a « Hroma » (Roma) per merito di Manilio, e che al Werner diede per

(1) Pag. 282.

(2) Nel secondo degli « Studien: Aeltere und neuere Hypothesen, ecc., da pag. 129-216.

(3) Pag. 283.

per la latitudine della città medesima una cifra non molto affetta da errore, in $41^{\circ} 37' 52''$ (1).

È nel quarto capitolo che troviamo una discussione sui metodi che gli antichi adoperavano per determinare la posizione geografica dei luoghi. Senonchè provatosi egli stesso a determinare la longitudine di Norimberga rispetto a quella di Roma, osservando la eclisse del 18 gennaio 1497, ne ebbe una differenza di 32' in tempo, cioè di 8° in longitudine, mentre in realtà la differenza giunge appena ai $5' 30''$ in tempo e quindi a $1^{\circ} 22' 30''$ (2) in longitudine. Quando però gli errori non sieno imputabili ai computi di Regiomontano, dal Werner forse adottati senz'altro (3).

Già Regiomontano (Giov. Müller) per esaminare la cometa del 1472, si serviva di un regolo astronomico graduato. Un consimile « baculum » viene pure minutamente descritto da Werner, che ci fa sapere con'esso consista appunto in un regolo graduato, lungo il quale corre un altro regolo trasversale. Posto l'occhio alla estremità del primo si fa scorrere il secondo, finchè pei vertici di quest'ultimo passino i raggi visuali, che dai nostri occhi vanno a due punti della sfera terrestre. La graduazione del regolo indica tosto l'angolo sotteso, che può variare da 1° a 6° (4).

Nè già si accontenta l'autore di descrivere il regolo; ma ne precisa l'uso, specialmente sviluppando il metodo delle distanze lunari per la determinazione delle longitudini, metodo, che più tardi coi lavori di Lacaille al Capo di Buona Speranza nel 1750, con quelli di Maskelyne a S. Elena nel 1761 e di Niebuhr in Arabia, doveva ricevere sì vasta applicazione e tanta agevolezza, mercè le tavole di Tobia Mayer e di Hansen (5).

I capitoli, che vanno dal quinto all'ottavo, per noi presentano un singolare interesse, non tanto perchè in essi l'autore mira a correggere gli errori, in cui eran caduti nella determinazione di posizioni e di distanze i geografi antichi, e specialmente Marino da Tiro, quanto per i savî concetti ch'egli ha sulla determinazione dei climi fisici nelle due zone abitabili contrapposte, le quali devono una volta nell'anno presentare analoghe condizioni meteorologiche « aeris complexionem » salvo le differenze prodotte dalle accidentalità geografiche. « Nam si regio circa locum *a*. fuisset plana: et regio loci *b*. montibus ac convallibus scabrosa, necesse igitur esset sub parili etiam declinatione solis in utramque ab æquatore partem: propter inæqualem radiorum solis incidentiam in finitimis regionibus loci *b*. gelidiorem esse aeris affectionem, quam in finibus loci *a*. Nam in scabrosis ac montosis territoriis radii solares non æqualiter reflectuntur a montibus atque vallibus: sed in diversum distrahuntur minorem efficientes calorem: quam in campestribus ac planis habitationibus: in quibus lux omnis atque radii solares: ad æquales resiliunt angulos (6) ».

Il Werner, più oltre, assevera essere più facile penetrare nella zona torrida che non uscirne a motivo delle forti « exhalationes » contrarie; il che ci è prova ch'egli non ignorasse o indovinasse l'esistenza degli alisei, già sperimentati da Diaz, da Colombo e da Vasco de Gama (7).

Seguono varie annotazioni che concernono ora la distanza di due luoghi posti su uno stesso fiume (p. es. il Nilo) determinata a mezzo del

(1) Pag. 287.

(2) Confr. *Ann. du bureau des Longit.*

(3) Pag. 289. (4) Pag. 290. (5) Pag. 292. (6) Pag. 294. (7) Id. ib.

decremento nelle piene, applicazione elementare delle linee proporzionali; ora i limiti della « zona habitabilis; » ora finalmente la rosa dei venti, costituita dal « Septentrio, Aquilo, Caecias, Subsolanus, Vulturnus, Euro-auster, Auster, Libonotus, Affricus, Favonius, Corus, Transcea; » ora finalmente la direzione delle navi mediante la bussola (1).

Più ampia è la trattazione delle proiezioni che si possono usare nelle carte geografiche, e interessante per la storia della cartografia; ma non facile a riprodursi senza l'aiuto dei mezzi grafici. L'autore sviluppa i metodi di Tolomeo, i primi ad avere realmente una base matematica, non essendo su tale fondamento certamente sviluppato il disegno, meglio che proiezione, di Eratostene. Però in un proprio « *Libellus Joannis Vernerii Nurembergensis de quatuor aliis planis terrarum orbis descriptionibus* », dopo aver indicato i modi di avere la lunghezza di un parallelo di data latitudine e aver fatto posto ad altri quesiti di geografia matematica, l'autore presenta una di quelle proiezioni, che per intenderci, chiameremo a foggia di cuore, e che, secondo Gretschel, corrisponde alla proiezione « sinusoidale » di Sanson.

Del resto la lunga discussione che il Günther credette di fare di tal metodo (2) non è senz'alta importanza, sia perchè il dottissimo Peschel e il non meno dotto d'Avézac, su questi argomenti hanno talvolta messo il piede in fallo, il primo attribuendone la priorità a un tale professore Stabius di Vienna (morto nel 1522) e l'altro a Bernardo de Sylva, che nel 1511 disegnava la terra mediante una proiezione di « un aspect cordéiforme ».

È certo che il Werner comprendeva perfettamente dove stava il punto vero della costruzione di un disegno rappresentante la figura della terra in un piano; poichè per lui il quesito stava in ciò che « *unus locus datus: ad cuncta alia loca super eundem posita descriptionem: suas distantias: atque positionis angulos: cujusdam officio regulamenti cognitos exhibebit* ». E anche per ottenere tuttociò suggerisce un regolo che « *arabico vocabulo almicantarath astronomorum vulgus appellat* » e che facilmente darà la distanza fra i due luoghi e l'angolo di posizione (3).

Chiudendo poi il trattato presente, il Werner espone il modo di disegnare l'immagine della terra giusta le precedenti istruzioni e secondo la proiezione che i Greci adoperavano, e che ricevette il nome di stereografica solo nel XVI secolo, mentre venne diffusa dal gesuita Aquilonius.

Il Werner quindi fa una speciale digressione sui meriti di Giorgio Amirucio bisantino nei riguardi della Geografia e particolarmente delle matematiche, nei quali argomenti può meglio seguirlo il Günther che non noi stessi, come quelli che esigono l'uso di formule matematiche. Questo però risulta dalle ricerche del Günther, che questo Amirucio fu uno dei primi a trattare convenientemente il problema delle distanze sopra una sfera (4).

E siccome il manoscritto sarebbe al termine, ci affrettiamo ad esporre le conclusioni, che dalla disamina del medesimo trae il Günther intorno ai meriti del Werner nel campo della geografia matematica, presa, ben si intende, la frase in amplissimo senso.

1. Werner è il primo astronomo che abbia attratto l'attenzione dei

dotti sul metodo, secondo il quale si determina la latitudine osservando le due culminazioni di un astro circumpolare ed abbia liberato le determinazioni delle latitudini geografiche dagli errori che le affettavano, a motivo che erano tratte dall'osservazione delle altezze solari. 2. Egli posa il problema delle longitudini in mare, risolvendolo mediante nuove teorie, quale quella delle distanze lunari. 3. Apporta essenziali miglioramenti all'antico *radius astronomicus*, tanto che le tabelle, corrette in seguito a tale miglioramento, devono far epoca nella storia delle osservazioni astronomiche. 4. Rende un evidente servizio alla storia della scienza, schiarendo i metodi coi quali i vecchi geografi applicavano le notizie delle distanze e correggevano gli errori delle carte offerte da naviganti e viaggiatori. 5. Senza aver proprio inventate le proiezioni a foggia di cuore, ha loro date una base scientifica e le ha rese suscettibili di calcolo. 6. Non ha inventato, ma piuttosto reinventata la proiezione stereografica, introducendovi però questo progresso, che cioè egli insegna a rappresentare la sfera prendendo per punto di proiezione un punto qualunque, non già soltanto l'equatore o il polo come si costumava prima di lui. 7. L'esame degli scritti di Amirucio lo ha condotto a migliorare dai suoi principî la soluzione del problema della distanza fra due punti di cui sieno note le coordinate sferiche, e quello che apparisce più arduo, del problema inverso, che conduceva alla determinazione delle longitudini geodetiche (1).

Era troppo naturale, che un uomo il quale avea segnato nella scienza tante nuove strade in direzioni così svariate, lasciasse traccia di sè in una serie di discepoli, fra i quali, il Günther, costretto a ciò dai limiti definiti del suo lavoro, si accontenta di rammentare i due Apiani, Pietro e Filippo, tanto illustri nella cartografia, che da loro ricevette nuova ed energica spinta (2).

Finora considerammo l'opera del Werner dal punto di vista della geografia matematica; è d'uopo adesso esaminarla da quello della geografia fisica e specialmente della meteorologia. Va da sè che per quei tempi quest'ultima parola non vuole essere intesa nel senso moderno; ma per esprimere giustamente le idee di allora sarebbe mestieri sostituirle quella di astrometeorologia, poichè essa è una continua miscela di esposizione dei varî fenomeni atmosferici e di sogni astrologici. Tali legami tra i fenomeni celesti e gli atmosferici compaiono fin da una remota antichità. Notizie certe risalgono a quei *parapêgmata*, o effemeridi astrometeoriche, in uso ai tempi della guerra peloponnesiaca e a quella specie di calendari, che Metone offerse pel suo ciclo di 19 anni. Secondo il Billwiller poi, lo stesso Tolomeo avrebbe pagato il suo tributo all'astrometeorologia, mediante un calendario, che dalle « *apparentiæ stellarum inerrantium* », presagiva le vicende atmosferiche. Il medio evo non migliorò certamente tale scienza nè fra gli Arabi, nè fra i cristiani. Per comprendere quale strana confusione si facesse dei varî studî nella più tarda età di mezzo, ci basti esporre il contenuto di un libro scritto da un Inglese, Giovanni Eschwid, che viveva nel 1347. Tale libro originariamente si chiamava « *summa judicialis de accidentibus mundi* » titolo che fu poi mutato in « *summa anglicana* » e

nella sola seconda parte contiene i seguenti dodici capitoli: del caldo, del freddo, della serenità dell'aria, della pioggia, della neve, della grandine, del vento, del tuono, del terremoto, della pestilenza, della carestia e della guerra. È d'uopo convenire che in siffatta materia, Werner si trovava davanti un sistema troppo fortemente radicato, perchè egli potesse sciogliere la meteorologia da tale illogica mescolanza (1).

Egli istituì molte osservazioni meteorologiche, riunite poi in ispeciale monografia e stampate a Norimberga nel 1546 (2) da Giovanni Schoner professore di matematiche. Quest'ultimo la dedica a un medico, Otto Flosser, per quel legame che corre fra queste varie parti « *Physices* », legame già consacrato da Galeno e da Ippocrate, che ammettevano, come tutte le persone di buon senso, l'influenza dei pianeti sui temperamenti umani.

Il libro di Werner, che contiene « *Catholicæ et aphorismi super aeris mutatione* » per Norimberga, « *sub dio Nornbergensi* » ammette il sole come principale fattore delle vicende atmosferiche, non dimenticando per altro l'influenza dei pianeti, sia « *frigida* » come quella di Mercurio e di Saturno, o « *calida* » come quelle di Giove o di Marte, sia che essi occupino un dato posto nello zodiaco, o che si trovino in congiunzione, ovvero in opposizione fra loro. E talvolta si viene a decise determinazioni: « *Congressus etiam planetarum cum stellis fixis haud longe ab ecliptica discedentibus, notabilem facit aeris mutationem. Et quando sidera in alia zodiaci dodecatemoria transmutantur, hymbrem decidere præsignant: habita tamen ratione qualitatis signorum et temporum, velut in signum aquaticum si fiat mutatio, et tempore hyemis, aut veris pluvia, vel nix eo citius et certius denunciabitur, hyemis quidem tempore nix, si frigida alioquin existit temporum peristasis.* » Ed ha azione sulla temperie la combinazione dei pianeti col sole non meno che il sorgere e il tramontare delle 15 stelle di prima e delle 15 di seconda grandezza « *si plenilunium aut interlunium accesserit* » o simultaneamente con qualche pianeta (3).

Le norme generali quindi conducono a singolari applicazioni, che hanno modo di estrinsecarsi in un diligente esame delle vicende meteorologiche avvicinate colle celesti, fatto per l'anno 1513; dove ciascuna delle prime trova la sua giusta interpretazione nelle combinazioni astrologiche.

Il Günther passa in minuto esame tale calendario, il che non ci è permesso di fare dall'indole del nostro scritto. Ma perchè poi il lettore abbia un'idea di tale lavoro, citiamo una delle tante spiegazioni date dal Werner. « *Die 16 aprilis fuit conjunctio Mercurii et Jovis, Favonio vehementer flante, mediocre gelu apparebat. Hæc igitur conjunctio apertionem fecit portarum ventis, hoc etiam frigus, diametra solis ad Saturnum applicatio, non parum auxisse videtur, aeris etiam fuit obscuritas, cœlo nubibus obducto, vespere imber exiguus* (4) ».

Per gli anni seguenti fino al 1518 i dati hanno carattere frammentario; ma sono interessanti per noi, perchè ci offrono notizie di alcuni aneddoti meteorologici, come il freddo eccessivo dell'inverno 1513-1514, che fece ghiacciare il più dei fiumi tedeschi, ovvero l'abbondanza della

(1) Pag. 317.

(2) *Canones sicut brevissimi, ita etiam doctissimi, complectantes præcepta et observationes de mutatione auxque clarissimi mathematici IOANNIS VERNERI, Norimbergæ, 1546.*

(3) Pag. 319 (4) Pag. 321.

vendemmia del 1517. Chiude da ultimo il Werner il suo opuscolo con una filippica contro quei certi astrologi, che applicano gli stessi criterî a presagi del tempo per luogo di clima (usando tale parola nel senso odierno) diverso: « Iste » son le sue parole di chiusa « siderum effectus sub coelo Norimbergensi ita se habet. Fortassis sub Romano climate, quo major est solis aerisque clementia et benignitas, alius erit annonæ sub ejusdem constellationibus proventus » (1).

È chiaro che il Werner non può essere giudicato coi criterî di oggi; però giova riconoscere come non già lo spirito, ma gli facessero difetto invece i mezzi d'osservazione, che il lavoro collettivo della scienza moderna seppe creare. Del resto egli, colle sue osservazioni dirette, precorse dimolto i suoi tempi, poichè il primo a seguirlo in questo campo fu un altro astronomo, Davide Fabricio « pastor vesterhavensis, » il quale pur chiamando le sue effemeridi raccolte nell'anno 1590 e seguenti « Observationes aliquot meteorologicae, » non si allontana per ciò dal collegarle cogli influssi astrologici. Però i due tedeschi vanno almeno scevri da quel vezzo comune nei dilettanti meteorologi moderni, di tutto collegare coll'azione lunare (2).

Il Günther poi termina questo suo lavoro accennando come il riformatore di tal genere di studî sia stato propriamente Tycho Brahe, le cui quindicennali osservazioni, di recente pubblicate a merito della Società reale di Scienze di Copenhagen, vanno dal 1582 al 1597. Un saggio delle osservazioni del Brahe mostra difatti in quest'ultimo un indirizzo del tutto diverso e inteso a registrare i soli fenomeni atmosferici, senza collegarli ipoteticamente con recondite cause. È utile altresì rammentare come gli esami di tali osservazioni permettessero di recente l'asserto che negli ultimi 300 anni le condizioni climatiche nostrali non sono sensibilmente cangiate analogamente a quanto dimostrò il Libri con altri confronti (3). Al Brahe succede nella raccolta di osservazioni, il Keplero (1618-37), e queste sono certamente le ultime che si fanno senza l'aiuto di strumenti, poichè, anche prescindendo da quelle istituite dal Sagredo a Venezia nel 1612 col termobaroscopio di Galileo, è certo che nel 1641 ne vennero istituite di permanenti in Toscana ed altrove a merito dell'Accademia del Cimento (4) e nel 1666 a Parigi. (5)

Adunque è d'uopo convenire che al Werner spetti un posto distinto anche nel campo storico della geografia fisica, come abbiain visto competergliene uno in quello della geografia matematica. Aver richiamato l'attenzione degli studiosi sopra un tal uomo è un reale servizio prestato dal Günther alla storia della scienza.

5). *Storia della curva lossodromica.* (6)

Giunti a questo punto nell'esame degli *Studien* del Günther, noi non sappiamo dissimularci la nostra perplessità. E invero, abbenchè l'argomento della quinta parte abbia forte attinenza colla Geografia, anzi si appalesi come soggetto essenziale del ramo cartografico; l'appartenere esso princi-

(1) Pag. 325. (2) Pag. 326.

(3) *Annales de Chémie et de Physiques*, tom. XLV (1830), pag. 354.

(4) VINC. ANTINORI, *Saggi di natur. esperienze*, 1841, p. 30-44.

(5) Confr. i varî *Annuaire de l'Observat. de Monsouris*.

(6) *Geschichte der loxodromischen Curve*.

palmente alla scienza nautica, nonchè la necessità, portata dalla sua trattazione, di speciali cognizioni matematiche e dell'uso di formule superiori, come lo pone fuori della nostra competenza, così anche ci trarrebbe dal carattere ordinario degli scritti soliti a comparire nel « Bollettino. » D'altronde l'aver, bene o male, finora superato buona parte del compito, che ci siamo prefisso ci dà forza a persistere. Però, nel far questo ne giova premettere che ci proponiamo di restringere per quanto è possibile la nostra parte, attenendoci solo a ciò che riguarda il campo storico e geografico e guardandoci bene dall'inviare il terreno altrui.

È noto che la proprietà caratteristica della curva lossodromica è la condizione geometrica di tagliare sotto il medesimo angolo tutti i meridiani di una sfera o di un ellissoide di rivoluzione. È perciò ch'essa serve per traccia della rotta che intendono seguire i navigli attraverso l'Oceano.

È facile comprendere come tale curva non potesse conoscersi prima della invenzione della bussola. Ora abbenchè alcuni vogliano far risalire l'origine di questo strumento ai Fenici, agli Egizî, ai Cartaginesi e agli Ebrei; è certo che, mentre da epoche remote esso dovette esser noto ai Cinesi, sulle rive del Mediterraneo non venne introdotto, se non nel secolo XII o nel XIII, si debba o no la sua introduzione a Marco Polo (Kordenbusch) e il suo perfezionamento a Flaviò Gioja d'Amalfi. Ma non è questo il momento di svolgere tale questione, trattata per esteso di recente da Ausserer. (1)

Senonchè fin tanto che la navigazione stava rinchiusa fra i limiti del Mediterraneo, e nei mari esteriori si teneva costa a costa, la determinazione di tale linea non era assolutamente necessaria, perchè, in uno spazio ristretto, gli errori venivano a risultare minimi, anche seguendo una rotta da rappresentarsi con le linee rette. Ciò si riflette sulla costruzione delle carte che in tali epoche presentano quei singolari reticolati a tela di ragno, che le distinguono immediatamente. I viaggi di scoperta portarono poi anche in questo campo, come in altre parti della Geografia, i loro frutti. È appunto nell' « Arte de navegar » di Pedro de Medina (1545) e nel « Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar » de Martin Cortes (1556) che appariscono i primi germi della idea, che dovea poi lentamente mutarsi nella completa nozione della curva lossodromica. (2).

Non senza interesse appariscono quindi le pagine che il Günther dedica all'arte di navigare durante il medio evo, giovandosi specialmente dei lavori di Raimondo Lullo e di un manoscritto del secolo XV, circa cento anni or sono illustrato dal Toaldo (3) e che fu anche soggetto di un suo particolare lavoro (4). È in quest'ultimo libricolo che trovasi esposta la così detta « Rason del Martologio ossia regola di navigare a mente » ed è dall'esame del medesimo che il Günther trae la conclusione, che la trigonometria piana si manifestò nei nuovi tempi per la prima volta in qualità di trigonometria lossodromica (5).

(1) Pag. 334. (2) Pag. 336.

(3) *Saggi di studi veneti*, in Venezia, 1782, p. 41.

(4) GÜNTHER. — *Der Martologio, eine nautische Rechnungsregel des Mittelalters*, (In *Geogr. Rundschau*).

(5) Pag. 341.

È poi Pedro Nunez il primo, che, a quanto ci narra Garçao Stockler, lo storico portoghese delle matematiche, nel libro « De arte navigandi » fu « a primeiro geometra que começou a desinvolver a theorica des loxodromias, mostrando que a linha que descreve un navis sobre a superficie do mar, quando corta todos os meridianos debaixo de un mesmo angulo obliquo, não he um circulo maximo da sphaera terrestre, massim hune linha espiral de duplicada curvatura, de qual demonstiron algumas propriedades mai notaveis » A questa curva egli diede il nome di *rhumbus* o *linea rhombica*, adottato poi da Nonius, da Torricelli e da altri ancora (1).

Simone Stevin di Bruges, che fioriva nel principio del secolo XVII, introduce in una sua « Geografia » un libro che tratta della « Histiodromie, ou cours des navires. » In esso troviamo la seguente definizione: « Romb, ou cours oblique, est une ligne qui fait tousiours de mesmes angles à tous les meridiens, et n'est ny l'équateur ny un meridien » (2). Siccome allora si aveva ancora una imperfetta nozione della declinazione magnetica e Stevin, con altri, la credeva costante per tutti i punti terrestri, così egli ritiene che (supposto che il naviglio segua esattamente la linea lossodromica) l'ago della sua bussola guardi costantemente il polo. Mentre poi egli riconosce la forma spirale di tale curva, alcune sue parole mostrano come ai suoi tempi si conoscesse la differenza tra una rotta di navigazione fatta seguendo un circolo massimo, ovvero seguendo una lossodromica, e come egli fosse singolarmente esperto nella materia, e tale da meritarsi un posto distinto fra i trattatisti dell'arte nautica.

Ma lasciando al Günther di svolgerne più ampiamente le nozioni matematiche, nella storia della lossodromica non può certamente esser taciuto il nome di quel Gerardo Krämer, che è tanto noto nella cartografia sotto quello di Mercatore (3). Egli veramente non fa mai parola della curva lossodromica, ma la stessa proiezione delle latitudini crescenti che porta il suo nome, e che venne dapprima alla luce nel 1569, mostra come si fosse egli pure preoccupato, e con risultati egregi, della stessa questione di dirigere le navi. Ogni cosa poi c'induce a credere che egli avesse nozione della medesima, o almeno che avesse intraveduto la legge delle variazioni a cui son soggetti i varî punti della lossodromica, e questo ci sarebbe confermato altresì dalla sua corrispondenza col Granvella, di recente pubblicata dal Breusing (4).

Fra i geometri di questo periodo che si occupano a correggere alcuni degli errori che affettavano allora i calcoli della navigazione, va notato anche Wright; ma nemmeno egli andò immune da difetti, sicchè il Günther, torna da capo allo Stevin e ne discute di nuovo i meriti, collo aiuto di quell'Albert Girard, che ne commentava, e poscia ne pubblicava l'opera fondamentale a Leyda nel 1634 (5).

Senonchè il primo lavoro sistematico e completo in proposito si deve a quel Willebrord Snellius, già noto per la misura del meridiano, e al quale si deve altresì l'introduzione della parola tecnica « Loxodroma » mai anteriormente adoperata. Questo in quello stesso *Tiphys Batavus* sive *Hystiodromiæ* apparso a Leyda nel 1624, dove si parla in modo tanto

(1) Id. ib. (2) Pag. 345. (3) Pag. 349. (4) Pag. 350. (5) Pag. 352 e seg.

interessante del magnete. Ecco poi la sua definizione fondamentale « Loxodromia est linea $\epsilon\lambda\iota\kappa\omega\epsilon\iota\delta\eta\varsigma$ in terreni globi superficie, quam ubique contingens recta linea cum omnibus meridianis per cuncta ea puncta eductis æquales angulos comprehendit » (1). Egli poi ne determina la forma spirale; ne afferma la proprietà di avvicinarsi infinitamente ai poli, senza mai raggiungerli; ed espone la legge della variazione di lunghezza, a cui essa è soggetta. Agli esempi pratici ch'egli offre, tien dietro una tabella destinata all'uso della navigazione e della quale ci dà un breve saggio il Günther, che afferma ricisamente, notevole essere il valore dell'opera data dall'astronomo olandese, non concordando col giudizio dato da Bouguer, cioè tale libro essere scritto « d'une manière tres obscure, qui ne nuisit pas à la grande réputation que l'auteur méritoit par ses autres ouvrages » (2).

Al secolo XVII vanno attribuiti parecchi lavori intorno alla curva lossodromica, cominciando da quanto è contenuto nella *Encyclopædia* di Asted (1630) e nel *Cursus mathematicus* di Herigone (1644) e proseguendo colle trattazioni che vi dedica nella sua *Hydrographie* (1643) il gesuita Fournier, che introdusse la considerazione di un triangolo lossodromico infinitamente piccolo, il Varenio che nella sua *Geographia generalis* (1650) ne presenta una nuova e migliore definizione, il Deschales nel *Mundus Mathematicus* (1690) e finalmente un altro gesuita, il Riccioli, nella *Geographia et Hydrographia reformata* (1672). Quest'ultimo (e lo dimostrano parecchi passi riportati da Günther) presenta poi una singolare chiarezza di idee ed accoppia le vedute pratiche alle teoriche in modo assai lodevole (3).

Il problema della linea lossodromica va quindi ad essere tema di disamina per le menti più insigni dell'epoca che segue, per Leibnitz che ne trattò (1691) negli *Acta erudit.* di Lipsia, per Giacomo Bernoulli, che la tolse ad argomento di speciale lavoro (1691), per Giovanni Bernoulli, che pure se ne occupò qualche anno appresso (1714), e finalmente per Leonardo Eulero, il quale pure svolgendo tale soggetto, in un trattato sulla costruzione e sulla manovra delle navi (1773), non usa però una volta sola la parola « lossodromica ». Già in tutte queste trattazioni si fa uso della trigonometria, ormai tanto sviluppata, anzi il Wolf, coll'aiuto di tale parte delle scienze matematiche, pubblicava nei suoi *Elementa mathematicæ universæ* delle ricche « tabulæ hydrographicae », di cui uno *specimen* apparisce negli « Studien » che esaminiamo (4).

Adesso poi, indicare quale parte avesse nel movimento scientifico, che riguarda il soggetto della linea lossodromica, Halley coi suoi studi sulla *spirale proporzionale* e sulla legge delle variazioni geometriche della linea suddetta; Roger Cotes, col suo concepimento di rappresentare con curve analoghe, graficamente, i logaritmi e Perty colle applicazioni di tale linea alla proiezione di Mercatore, sarebbe invadere proprio quel campo che, asserimmo, essere a noi vietato (5).

Però ormai lo svolgimento di tali studi portava le ricerche nel campo delle applicazioni dirette. Era necessario di vedere quali differenti figure

(2) Pag. 355 (2) Pag. 362.

(3) Pag. 363. (4) Pag. 369. (5) Pag. 370-376.

assumesse tale linea a seconda che il meridiano del solido, a cui si doveva applicare, fosse una circonferenza, un'elisse o una parabola. Di tali quesiti se ne occuparono contemporaneamente nel 1741 Giov. Gottofredo Walz e Maupertuis, quest'ultimo avendo specialmente in mira l'uso pratico della nostra linea di navigazione, e furono ben tosto seguiti da Maclaurin (1742), che imaginò applicarla alla superficie di uno sferoide mediante una carta a longitudini costanti e a latitudini crescenti, e da Murdoch (1742), che compilò delle tavole lossodromiche, coll'intento appunto di agevolare la costruzione di carte colla proiezione di Mercatore e per uso della marineria. (1)

Un passo in avanti fu fatto poi da Simpson (1750); ma il momento decisivo per la nostra curva fu quello, in cui le dedicava i propri studi lo Schubert, il quale toccava il punto vero della questione, affermando come « *Universa ars nautica, sine difficultate reduci potest ad sequens problema: Dato sito duorum locorum, invenire cursum navis intermedium, sive angulum constantem, sub quo omnes Meridianes secat directio navis, describentis in mari curvam, quæ vulgo dicitur loxodromam* », e d'altra parte svolgeva in numerose tabelle le sue teoriche. (2)

Lo seguiva poi in analoghe ricerche il Kästner; senonchè già fin dal 1718, il Kaschub; in Germania e il Bouguer in Francia nel 1753 avevano più particolarmente rivolto la loro attenzione all'utilità, che potevano trarne dagli studi teorici i marinai, e Robertson nel 1754 pubblicava analoghi studi in Inghilterra, tenendosi però in un campo alquanto più elevato. I trattati di navigazione dei due ultimi, e le carte di ridizione e le curve di esempio da loro proposte meritano un posto distinto nella storia della linea lossodromica. (3)

La quale storia poi, raggiungendo il nostro secolo, ha anche toccata l'epoca, in cui la linea in questione non è più considerata soltanto come un soggetto dell'arte nautica, nè soltanto come la base delle rotte oceaniche. Essa è ormai considerata come una curva matematica, che ha le sue singolari proprietà e la cui trattazione ha interesse per la scienza esatta, prescindendo dalla consueta, come da qualunque altra pratica applicazione. Di conserva a questa nuova evoluzione, essa diventa il tema di una serie grandissima di lavori, fra i quali il Günther s'arresta alquanto su quelli di Verdam (1846), di Grunert (1849), di Plagemann e di v. Friesach (1876). Quindi per quella naturale colleganza fra teoria e pratica, in base alla quale ad ogni progresso nelle scienze pure tiene immediatamente dietro un progresso e un allargamento nelle loro applicazioni, non solo l'arte nautica ne ebbe giovamento; ma le proprietà della curva lossodromica si mostrarono collegate con certi quesiti di architettura, di meccanica e persino colla soluzione di problemi che interessano la fisica terrestre e in particolar modo la Meteorologia. (4)

Così ogni nuova ricerca nel campo della storia delle scienze ci conferma sempre più il legame che corre fra argomenti in apparenza disgregati fra loro, e ci ammaestra a ritenere solidali fra loro sempre più le varie discipline scientifiche. E questo non è certamente l'unico vantaggio che ricaviamo da lavori, simili a quelli, ai quali il nostro autore ha dedicato la

sua intelligente e feconda operosità, e nei quali giova ch'egli persista, perchè noi possiamo realmente un giorno costruire in modo completo e proporzionato alla vasta comprensione che la caratterizza, la storia della scienza o, stavà per dire, delle scienze geografiche.

GIOVANNI MARINELLI.
