

E. — LE PROJEZIONI CARTOGRAFICHE DI ALBIRUNI.

Nota del socio M. FIORINI, professore all' Università di Bologna.

Fra i dotti arabi, che curavano di volgarizzare e perfezionare la scienza greca, primeggia ATHAR-UL-BAKIYA DI ALBIRUNI, nativo di Chorasma, la moderna Khiva, dove vide la luce nell'anno 973 dell'era nostra (1). Versato in ogni ramo di scienza, in matematica, astronomia, geografia, cronologia, filosofia, chimica, compose parecchie opere, e, essendo vissuto molto tempo in India, altre ne tradusse dal sanscrito (2). È rinomato il libro che scrisse nell'anno 1000, intitolato: *La cronologia delle antiche nazioni* (3).

Nel quale l'autore consacra un capitolo (4) alla rappresentazione piana delle costellazioni, alla costruzione delle mappe delle stelle. Spiegata l'importanza delle carte celesti, e soggiunto che « lo stesso metodo si applica alla rappresentazione di regioni, città, e di tutto che d'altro vi è sulla terra » ha: « Non conoscendo alcun trattato speciale sopra questo soggetto, lo tratterò io stesso, ricordando ciò che occorre alla mia mente ».

Anzi tutto accenna alle proiezioni della sfera, che noi, generalmente, diciamo prospettive, e che egli considera, come pur si considerano oggidì, quali proiezioni centrali, dove coniche sono le superfici proiettanti le varie linee della sfera. Comincia dal discorrere della proiezione, in cui il vertice del cono proiettante è in un polo della sfera, cioè della proiezione che, dice egli, serve alla costruzione dell'astrolabio, e che modernamente nomasi proiezione stereografica polare, ed osserva che i circoli della sfera si proiettano secondo circoli o linee rette (5). Parla, di poi, della proiezione proposta da ABU-HAMID-ALSA-

(1) Morì in età di 75 anni.

(2) Di ALBIRUNI discorre il LELEWEL (*Géographie du moyen-âge*. Tom. I, pag. 64 e segg.), e se ne parla nella prefazione all'opera citata nella nota seguente.

(3) *The cronology of ancient nations, an english version of the arabic text of the ATHAR-UL-BAKIYA of ALBIRUNI, or vestiges of the past, collected and reduced to writing by the author in A-H-390-I, A-D. 1000. Translated and edited with notes and index, by Dr. G. EDWARD SACHAU, professor in the royal University of Berlin*. London, 1879. Quest'opera fu dedicata dall'autore, nell'anno 1000, al principe KABUS BEN WASHMGIR SHAMS-ALMUALI.

(4) pag. 357.

(5) La denominazione di *stereografia*, o di *proiezione stereografica*, data alla prospettiva della sfera quando l'occhio è sulla sua superficie, fu proposta ed usata dal D'AGUILLON (*Francisci Aguilonii, Opticorum libri sex. Antuerpiae, ex officina Planti-*

GHANI, il quale « ha trasportate le estremità dei conì dai due poli, e le « ha poste entro o fuori il globo in linea retta coll'asse », e ben dice che i varî circoli della sfera sono rappresentati da rette, circoli, ellissi, iperbole e parabole, soggiungendo che « la gente non ha avuto fretta di adottare un tale curioso sistema ». ALSAGHANI, dunque, voleva applicare alla composizione delle mappe la proiezione centrale, considerata nella sua generalità. Vero è che, come TOLOMEO nel *Planisfero*, si restringeva al caso della proiezione polare; ma, siccome trattavasi di progettare sul quadro, fosse questo parallelo all'equatore od all'eclittica, non soltanto due serie di circoli, come i meridiani ed i paralleli, ma molti e molti altri circoli della sfera, così è chiaro, che ALSAGHANI e, con esso, gli Arabi, conoscevano il modo di comporre le mappe colle regole della prospettiva, ponendo l'occhio in un punto qualunque, sopra la sfera, dentro o fuori di essa, e prendendo per quadro un piano normale alla retta che va dall'occhio (comune vertice dei conì proiettanti) al centro della sfera.

« Un altro genere di proiezione (scrive ALBIRUNI) si ha in quella « che io ho chiamata proiezione cilindrica, e che non ho trovata men- « zionata da alcun altro matematico anteriore ». Ne spiega il sistema dicendo che i punti e le linee della sfera si proiettano sul piano del quadro per mezzo di rette a questo perpendicolari, e che i circoli tracciati sulla sua superficie si proiettano secondo rette, circoli ed ellissi. « Tutto questo (soggiunge) è spiegato nel mio libro, il quale dà una « completa rappresentazione di tutti i modi possibili della costruzione « dell'astrolabio (1) ».

La proiezione escogitata dall'autore non è altro che la proiezione centrale in cui il vertice del cono è a distanza infinita dalla sfera, o, se vuolsi, una prospettiva essendo l'occhio infinitamente distante, dove la superficie proiettante da conica si cambia in cilindrica. Si ha, dunque, la proiezione nota ai Greci sotto il nome di analemma, a cui essi ricor-

niana, 1613, pag. 498 e 572), ed in seguito adottata dagli scrittori di prospettiva e cartografia.

Dell'invenzione della proiezione stereografica da parte d'IPPARCO, del volgarizzamento fattone da TOLOMEO nel suo *Planisfero*, degli astrolabi degli Arabi ed in particolare di quelli di ARZACHELE, arabo per dottrina, giudeo di nazione, il quale convertì l'astrolabio antico e particolare dei Greci in altro universale colla proiezione orizzontale, ho detto nelle *Proiezioni delle carte geografiche*, Bologna, 1881, cap. II, § 16.

(1) Il libro a cui accenna l'autore non è pervenuto a noi. Andò smarrito insieme a tante altre opere degli Arabi.

revano per la costruzione degli orologi solari, e che i moderni appellano ortografica (1).

L'affermazione di ALBIRUNI, che la proiezione da lui descritta non fu menzionata da alcun matematico anteriore significa che a' suoi tempi doveva essere ignota agli Arabi l'opera di TOLOMEO, detta *Analemma*, dove tale proiezione era insegnata e che giunse a noi per mezzo di una infelice versione latina, instaurata e commentata dal COMMANDINO (2).

Il quale ha dovuto lottare di molto per superare le difficoltà che opponevano le grandi mutilazioni ed inesattezze del codice che aveva per le mani (3). Del rimanente non è impossibile che l'*Analemma* creduto di TOLOMEO debba attribuirsi ad ALBIRUNI o ad altro autore arabo posteriore (4). Si è proprio sicuri che la versione latina dell'*Analemma*, sulla quale tanto sudò il COMMANDINO, fosse condotta sopra un testo greco e di TOLOMEO? Non poteva il testo essere arabo e di arabo autore e voltato in latino nell'epoca in cui da tutte le parti d'Italia e d'Europa si correva in Ispagna ad apprendere la scienza araba?

Il nuovo genere di rappresentazione insegnato da ALBIRUNI trovò subito molti seguaci presso gli Arabi. Fu adoperato per l'astrolabio. E tutto induce a credere che RABICAG di Toledo ne sia stato uno dei grandi volgarizzatori (5).

Il nostro autore conosceva per bene le alterazioni a cui le linee, le aree e gli angoli tracciati sulla sfera soggiacciono nelle rappresenta-

(1) Le voci *ortografia* e *proiezione ortografica*, adoperate per significare la prospettiva, quando l'occhio è a distanza infinita, furono, prendendo esempio da VITRUVIO (lib. I, cap. II), impiegate dal D'AGUILLON (op. cit., pag. 498 e 503) e di poi adottate dai posteriori scrittori.

(2) *Claudii Ptolemaei liber de analemmate, a Federico Commandino Urbinatè instauratus, et commentariis illustratus, qui nunc primum ejus opera e tenebris in lucem prodit. Ejusdem Federici Commandini liber de Horologiorum descriptione. Romae, MDLXII. Apud Paulum Manutium Aldi F.*

(3) Il COMMANDINO nella dedica al Cardinale RANUZIO FARNESE, ha: *Gracum enim codicem non habemus: et is, qui de graeco convertit, ob materiae, in qua versabatur, obscuritatem, cymmerias, ut ita dicam, tenebras lectoribus offudit. Praeterea nonnullis in locis non solum verba, sed etiam integrae periodi desiderantur: non nulla autem, quae exstant, ita depravata sunt, ut ad elicienda tanti viri senza vates potius, quam interpres, requiratur.*

(4) Può osservarsi, per opposizione alla fatta ipotesi, che l'autore dell'*Analemma* rivolge il discorso allo stesso SIRO, a cui parla TOLOMEO nella *Sintassi matematica* (*Almagesto*) e nel suo citato *Planisfero*. Ma ciò non toglie i dubbi che si possono elevare sull'autenticità dell'opera.

(5) *Libros del Saber « de astronomia » del rey D. Alfonso X de Castilla, compilados, y comentados por D. Manuel Rico y Sinobas. Madrid, 1863, tom. III, pag. XII.*

zioni in piano e ne discorre in riguardo alle nominate proiezioni. Ma qui non si arresta l'autore. Imperocchè si accinge ad insegnare due altri metodi di proiezione da lui inventati, e mirabili per la loro semplicità.

« Si descriva un circolo (egli dice) con due diametri perpendicolari, « si divida un raggio in 90 parti uguali, e si segnino altrettanti circoli « concentrici, passanti pei punti di divisione; si divida la circonferenza « esteriore in 360 parti uguali, e si tirino i raggi ai punti di divisione.

« La detta circonferenza è l'eclittica, ed il centro n'è uno dei poli. « Sull'eclittica segniamo un punto, come il cominciare dell'Ariete. Allora noi fissiamo i luoghi delle stelle, secondo l'*Almagesto*, oppure il « *Canone* di MUHAMMAD B. JABIR ALBATTANI, od il *libro delle stelle fisse* « di ABU-ALHUSAIN ALSÛFÌ, tenendo conto dell'ammontare della preces- « sione al nostro tempo, e mutando i luoghi delle stelle di quella metà « (di cielo), per la quale voi avete costruito questo circolo, e contate da « questo punto assunto (il principiare dell'Ariete), procedendo da destra « a sinistra, tanti gradi quanti ne dista la stella dall'Ariete. Il luogo « dove voi arrivate è il grado della stella in longitudine.

« Inoltre, contate dal medesimo punto in una linea retta, che si « prolunghi fino al centro, il numero corrispondente della latitudine della « stella, nei novanta circoli. Allora il luogo dove voi arrivate è il luogo « del corpo della stella ».

Nella descritta rappresentazione i paralleli sono circonferenze equidistanti col comun centro nel polo, che è il centro della proiezione, ed i meridiani ne sono i raggi, mantenuti pur essi equidistanti. Si ha, dunque, la proiezione, da noi appellata altrove polare equidistante (1). La quale, contenuta in germe nella proiezione conica di TOLOMEO (2), fu per la seconda volta, nel risorgere della cartografia, inventata dal rinomato cosmografo GIOVANNI VESPUCCI, nipote di AMERICO, pilota reale della Spagna, che l'adoperò per la delineazione del suo planisfero, di cui si hanno due edizioni, l'una del 1524, l'altra senza data, e dove l'emisfero meridionale, diviso in due parti dal meridiano dell'Isola del Ferro, è proiettato in due semicircoli. Recente è la scoperta della mappa del VESPUCCI, segnalata dal NORDENSKIÖLD nelle *Addenda* al suo celebre *facsimile-atlas* (3).

(1) Cfr. *Le proiezioni delle carte geografiche*, Cap. III, §§ 1, 3 e 33.

(2) Della proiezione conica di TOLOMEO si discorre nelle *Proiezioni delle carte geografiche*, Cap. III, § 16.

(3) *Facsimile-atlas to the early history of cartography, with reproductions of the most important maps printed in the XV and XVI centuries*. Stockholm, 1889, pag. 136, nelle aggiunte alla pag. 99.

La proiezione polare equidistante fu pure adoperata da GERARDO MERCATORE, prima nella gran carta mondiale, a latitudini crescenti, del 1569, poi nell'*Atlante*, per la tavola delle « Terre Settentrionali » (1). Ed il NORDENSKIÖLD, quando ignorava l'esistenza del planisfero del VESPUCCI, manifestava, nella stessa citata opera, l'opinione, che l'idea di tale proiezione fosse sorta nella mente del MERCATORE dalla proiezione pseudoconica, impiegata dal BONI (che forse ne fu l'inventore) nelle tavole della *Geografia* di TOLOMEO, edita a Bologna nel 1472 (colla erronea data del 1462), e dallo stesso MERCATORE adottata per alcune carte del suo *Atlante* (2).

L'esempio dato dal VESPUCCI e dal MERCATORE fu ben presto da altri seguito, dall'ORTELIO nella carta della Tartaria, dal POSTEL nel mappamondo del 1581, da GERARDO DE JUDAEIS nella carta mondiale (3). Ai quali esempi anche due ne aggiungiamo: ricordati dal NORDENSKIÖLD, sono la mappa polare di MICHELE LOK (4), e la mappa dell'ultima navigazione di GUGLIELMO BARENT (5).

ALBIRUNI, trovando qualche difetto nelle carte celesti, disegnate secondo la novella proiezione, scrive: « Questo peraltro a noi non piace « perchè le figure non possono essere rappresentate completamente « sull' eclittica, dacchè alcune cadono in una metà, altre nell' altra ». E però propone di prolungare la proiezione oltre l'eclittica, descrivendo ulteriori cerchi concentrici ed equidistanti, e prolungandone i raggi. Il che così esprime: « Se voi avete disegnato intorno al circolo dell' eclittica, all' esterno di esso, 90 cerchi paralleli, e distanti l' uno dall' altro, « tanto come nella prima costruzione,....., l' affare evidentemente pro- « cederebbe nel medesimo ordine ». Ma subito, con mirabile chiarezza, soggiunge: « A noi non piace questo metodo, poichè i luoghi delle « stelle del cielo, e quelli del disegno, differiscono grandemente tra di « loro; invero più meridionali le stelle sono, le distanze tra loro che « appajono uguali all'occhio sono più grandi e più ampie nella figura, « se il suo centro sia il polo boreale, sino a che, infine, assumono dimen- « sioni sproporzionate ».

(1) Cfr. *Le proiezioni delle carte geografiche*, Cap. III, § 24, e la Memoria: *Gerardo Mercatore e le sue carte geografiche*, nel *BOLLETTINO della Soc. geogr. ital.*, 1890, pag. 362-364.

(2) Cfr. *Le proiezioni delle carte geogr.*, Cap. VIII, § 37.

(3) Per le tre dette mappe vedi: *Le proiezioni delle carte geogr.*, Cap. III, 24, ed il *BOLLETTINO della Soc. geogr.*, 1890, pag. 364.

(4) La mappa del LOK è nell'opera di RICCARDO HAKLUYT: *Divers Voyages touching the discovery of America, etc.* London, 1582.

(5) La carta della navigazione del BARENT è in: *Navigatio ac itinerarium Joannis Linscolani...* Hage Comitit. 1599.

L' autore, dopo ciò, osserva, che, volendosi ricorrere ad altro genere di rappresentazione, si potrebbe adoperare la proiezione cilindrica (la ortografica), assumendo per quadro il piano che passa pei due poli dell' eclittica. Ma egli sa quali e quanto grandi sieno le alterazioni in cotale proiezione, e che « le figure delle stelle sono indebitamente compresse verso la circonferenza ». E però, in luogo della proiezione meridiana cilindrica, altra ne propone, esente da simile difetto. Ecco come si esprime:

« Noi tenteremo ora di trovare un altro metodo, che è libero « dagl' inconvenienti del processo ora menzionato.

« Noi disegniamo un circolo; lo dividiamo (con due diametri) in « quattro parti uguali, e sopra i quattro punti della divisione scriviamo i « nomi delle quattro direzioni (Settentrione, Levante, Mezzodi, Ponente).

« Noi prolunghiamo i detti due diametri direttamente all' infinito.

« Ciascun raggio dividiamo in 90 parti uguali, e la circonfe- « renza in 360.

« Poi tentiamo di trovare sulla linea del Levante e del Ponente « i centri dei circoli, dei quali ciascuno passa per una delle parti (gradi) « del diametro, e per ambidue i poli, australe e boreale. Fissati questi « centri, e disegnati i circoli intorno ad essi, noi abbiamo 180 archi, « che dividono il diametro in parti uguali, e che si tagliano a cia- « schedun dei due punti, il Settentrione ed il Mezzodi.

« Questi sono i circoli di longitudine.

« Allora noi torniamo a quella linea, che viene dal punto Setten- « trione quale continuazione in linea retta del diametro. Su tale linea « noi tentiamo di trovare il centro del circolo, passante per quei punti « della periferia, che sono distanti dai punti Levante e Ponente un « grado, due gradi, ecc. fino a 90 gradi, e per quei punti del diametro « che hanno dal centro le stesse distanze.

« Lo stesso noi facciamo nella metà meridionale, sulla linea che viene « dal punto Mezzodi, quale continuazione in linea retta del diametro.

« I circoli così ottenuti sono i circoli di latitudine, 180 di nu- « mero, che dividono ciascuno dei circoli di longitudine in 180 parti.

« Inoltre noi assumiamo il punto Ponente come il principio del- « l' Ariete, e la linea dal Levante al Ponente come eclittica. Dal prin- « cipio dell' Ariete noi contiamo la distanza di ciascuna stella; così « troviamo il suo grado di longitudine.

« Allora noi contiamo la latitudine della stella nella esatta dire- « zione sul circolo di longitudine. Per tal modo noi troviamo il suo « dovuto luogo.

« Noi facciamo un'altra figura simile alla prima, dove assumiamo
« il punto Ponente, come il principio della Libra. In questo modo pos-
« siamo dare la mappa completa di tutte le stelle, nelle due figure.
« Finalmente, nel rappresentare i singoli gruppi di stelle, o costellazioni,
« noi disegniamo quelle immagini che fin qui abbiamo descritte.

« Se vogliamo fare una mappa della terra, costruiamo una figura
« simile alla precedente. Noi contiamo la longitudine assunta di un
« luogo dal punto Ponente, e allora contiamo i gradi di latitudine del
« luogo sul circolo di longitudine: così troviamo la posizione del luogo.
« Lo stesso continuiamo a fare con altri luoghi.

« Questo è il metodo tecnico (grafico) per la soluzione di questo
« problema.

« Siccome alcuni hanno una predilezione pei calcoli, ed amano
« di disporli in tavole, preferendole ai metodi tecnici (grafici), noi dob-
« biamo anche mostrare come possiamo, per mezzo del calcolo, trovare
« i diametri dei circoli di latitudine e longitudine, e le distanze dei
« loro centri dal centro del (grande) circolo; e con questo finiremo
« il nostro lavoro ».

La quale parte, per amore di brevità, tralasciamo di riportare, ed anche di riassumere.

Quest' ultima proiezione (proposta e così chiaramente spiegata dall'autore, la quale è una vera proiezione meridiana, in cui e meridiani e paralleli sono archi circolari, gli uni passanti pei due poli e pei punti di divisione dell'eclittica rettilinea, partita nei gradi di longitudine, gli altri condotti pei punti di divisione del meridiano centrale rettilineo e del circolo esteriore, ambi divisi nei loro gradi di latitudine) fu escogitata di bel nuovo alcuni secoli dopo. Un primo esempio mi fu dato rinvenirne in un atlante manoscritto di carte nautiche, composto a Madrid nel 1612, e conservato a Torino nella Biblioteca Reale, dove il cartografo, a capo delle tavole marinaresche mette il mappamondo in due pezzi, delineato coll'anzidetto metodo, ed intitolato: *Theatrum orbis terrarum* (1).

(1) Del detto atlante nautico ho discorso in: *Le proiezioni delle carte geogr.*, Cap. VIII, § 25, giovandomi delle notizie comunicatemi verbalmente, fin dal 1865, dal compianto DOMENICO PROMIS, bibliotecario di S. M., il quale a grande dottrina accoppiava somma cortesia. Aggiungo che il figlio VINCENZO, successo al padre nella custodia della Biblioteca Reale di Torino, e rapito immaturamente alla scienza, ha descritto il suddetto Atlante nella Memoria: *Su alcuni manoscritti della Biblioteca di S. M. in Torino*, pubblicata nelle *Curiosità e ricerche di storia subalpina*. Torino, 1875, vol. 1°.

Primo ad impiegare la stessa proiezione nelle carte stampate fu GIAN BATTISTA NICOLÒSI, che ne fece largo uso nel suo *Ercole Sicolo*, venuto in luce a Roma nel 1660, ripubblicato in latino nel 1670-1771 dopo la morte dell'autore (1).

L'esempio del NICOLÒSI fu seguito dal DUVAL nel 1676; dal DELISLE nel 1714. Ma chi rimise la nominata proiezione al posto d'onore, fu l'inglese ARROW SMITH. Anche oggidì sovente adoperasi per la costruzione dei mappamondi, ed è nota sotto il nome di proiezione globulare inglese (2).

Scienza somma e grande fantasia possedeva ALBIRUNI. Da lui sappiamo come gli Arabi conoscessero perfettamente la teoria della proiezione centrale, o prospettiva. A lui è dovuta l'invenzione, o, se vuoi, il ritrovamento della proiezione, che egli nomò cilindrica, e che i moderni dicono ortografica, e della quale cotanto si valsero in seguito gli Arabi per le mappe celesti e gli astrolabi, ed i moderni per le mappe lunari e le carte terrestri. Fu egli che, per facilitare la costruzione delle rappresentazioni piane degli emisferi, ed anche di tutta la sfera, ed allo scopo di diminuire le contrazioni e le dilatazioni degli elementi obbiettivi, nell'intento, cioè, di ottenere rappresentazioni compensative, inventò due proiezioni equidistanti, la polare e la globulare meridiana, ambe ritrovate modernamente per la seconda volta (3).

Ai lettori di questa breve nota, se lecito è paragonare le piccole alle grandi cose, una povera ad una ricca dottrina, rivolgiamo le parole, che ALBIRUNI scriveva in fine dell'opera sua: « Se il lettore è simile
« a me (per dottrina), mi ringrazierà per il compito che ho condotto
« a termine. Se mi è superiore, sarà così gentile da correggere le mie
« inesattezze, e da perdonare quegli errori, che io possa avere fatti. Se
« è inferiore a me, egli non mi farà alcun torto, poichè, o ammetterà
« di essere stato da me guidato quanto alla sua istruzione, o, nel caso
« che egli mi si opponga, presenterà opposizione a cose, che non ha
« il potere intellettuale d'impugnare con successo ».

(1) Cfr. *Le proiezioni delle carte geogr.*, p. 607. Vedi anche la Memoria di FILIPPO PORENA: *La Geografia in Roma, e il mappamondo Vaticano* (BOLLETTINO della Società geogr. ital., 1888, pag. 337).

(2) Cfr. *Le proiezioni delle carte geografiche*, pag. 608.

(3) Ai valent'uomini fratelli SCHIAPARELLI, a GIOVANNI, l'illustre astronomo di Milano, a CELESTINO, il dotto arabista, bibliotecario dell'Accademia dei Lincei, debbo la notizia che ALBIRUNI, nella *Cronologia delle Nazioni*, ha un capitolo dedicato alla costruzione delle mappe celesti e terrestri. Rendo loro grazie vivissime.