

GIOVANNI VIRGINIO SCHIAPARELLI
LA VITA SUL PIANETA
MARTE

Tre scritti di Schiaparelli
su Marte e i "marziani"

a cura di
Pasquale Tucci
Agnese Mandrino e Antonella Testa



MIMESIS

Altri testi di Schiaparelli editi per i tipi di Mimesis:

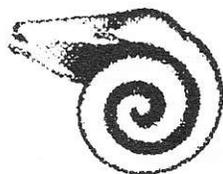
- Giovanni V. Schiaparelli, *Scritti sulla storia della astronomia antica*, Tomo I, pp. 462, £ 45.000
- Giovanni V. Schiaparelli, *Scritti sulla storia della astronomia antica*, Tomo I, pp. 397, £ 45.000
- Giovanni V. Schiaparelli, *Scritti sulla storia della astronomia antica*, Tomo I, pp. 340, £ 40.000

È inoltre in preparazione un volume di Autori Vari su Schiaparelli storico dell'astronomia antica, che presumibilmente sarà stampato nel mese di dicembre 1998.

GIOVANNI VIRGINIO SCHIAPARELLI
LA VITA SUL PIANETA
MARTE

**Tre scritti di Schiaparelli
su Marte e i "marziani"**

a cura di
Pasquale Tucci
Agnese Mandrino e Antonella Testa



MIMESIS

La Sezione di Storia della Fisica dell'Istituto di Fisica Generale Applicata dell'Università degli Studi di Milano ha la responsabilità della salvaguardia e della valorizzazione del patrimonio storico dell'Osservatorio Astronomico di Brera.

I lavori di riordino, inventariazione, catalogazione, documentazione storica, restauro degli strumenti, e la gestione informatica delle banche dati, hanno potuto godere, nel corso dell'ultimo decennio, di contributi provenienti dal Ministero della Pubblica Istruzione, dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, dall'Università degli Studi di Milano, dall'Osservatorio Astronomico di Brera, dalla CARIPLO, dalla FIAR, dalla Regione Lombardia, dalla Provincia di Milano e dal Rotaract Club di Milano San Siro.

Stampato nel mese di ottobre 1998
dalla Litografica Abbatense snc
Abbiategrosso (Mi)

© 1998 - Associazione Culturale Mimesis

Sede legale e casella postale:

via Torricelli 9 – 20136 Milano

CF: 97078240153; P. IVA: 10738360154.

Redazione:

Alzaia Nav. Pavese 34 – 20136 Milano

tel. **02/89400869** - telefax **02/89403935**.

Per urgenze: **0347/4254976** oppure **0347/7207452**.

E-mail: **mimesis.millepiani@galactica.it**

Catalogo e sito Internet: **www.alfapi.com/mimesis**

Tutti i diritti riservati.

INDICE

<i>Premessa</i>	p. 7
<i>Elenco e didascalie delle tavole</i>	p. 9
Pasquale Tucci <i>Fu solo illusione? I canali di Marte tra il 1877 e il 1910</i>	p. 11
Agnese Mandrino <i>G. V. Schiaparelli, memoria storica dell'Osservatorio di Brera: breve nota</i>	p. 33
Antonella Testa <i>Il telescopio rifrattore Merz da 218 mm (8.05 pollici francesi): scheda</i>	p. 37
<i>Nota editoriale</i>	p. 41

LA VITA SUL PIANETA MARTE

Giovanni Virginio Schiaparelli <i>Il pianeta Marte, 1893</i>	p. 45
Giovanni Virginio Schiaparelli <i>La vita sul pianeta Marte, 1895</i>	p. 79
Giovanni Virginio Schiaparelli <i>Il pianeta Marte, 1909</i>	p. 91

PREMESSA

Dopo oltre un secolo dalla sua installazione, nel 1874, nell'ala Nord-Est dell'Osservatorio Astronomico di Brera, il telescopio Merz di 218 mm di diametro torna a rivedere le stelle nella sua cupola originaria.

Cupola e strumento sono stati restaurati e rimessi in condizioni di funzionamento.

Il telescopio fu acquistato da Giovanni Virginio Schiaparelli, direttore dell'Osservatorio dal 1862 al 1900. A partire dalla notte del 23 agosto 1877, piuttosto casualmente, Schiaparelli incominciò a osservare il pianeta Marte e a disegnarne la superficie. Lo strumento, per questo diventato famoso, fu affiancato nel 1886, da uno più potente, un Merz-Repsold di 488 mm di diametro. Da allora per lo strumento più vecchio iniziò un lento declino, complici lo scorrere del tempo (inesorabile) e l'incuria umana. Quando ci siamo accinti al loro restauro le condizioni della cupola e del telescopio erano disperate.

Schiaparelli scoprì gli elementi più importanti della topografia marziana – mari, continenti, canali, duplicazioni dei canali – la cui interpretazione diede luogo alla controversia sulla possibilità dell'esistenza di forme di vita intelligente sul pianeta proprio con il Merz di 218 mm.

Per questa ragione, in occasione della presentazione al pubblico dello strumento restaurato, abbiamo pensato di ristampare i tre articoli sul problema della vita su Marte che Schiaparelli pubblicò sulla rivista Natura e Arte tra il 1893 e il 1909.

Sono articoli rivolti a un pubblico non specialista, di lettura più facile delle sette memorie che Schiaparelli pubblicò sugli Atti della Reale Accademia dei Lincei tra il 1878 e il 1910, rivolti alla comunità scientifica. Ma non per questo sono meno importanti.

In essi, infatti, Schiaparelli salì sull'Ippogrifo, per usare la sua metafora, e diede briglia sciolta alla sua fantasia per immaginare il regime delle acque su Marte e come esso potesse essere stato progettato e regolato da esseri intelligenti. Era il modo nel quale uno scienziato, convinto assertore della netta distinzione tra 'fatti' e 'opinioni', esponeva una sua visione unitaria dei fenomeni 'marziani', basata sui dati osservativi disponibili. Nelle memorie rivolte alla comunità scientifica, invece, è molto più arduo individuare il quadro unitario di riferimento.

A partire dagli inizi del nostro secolo, con l'introduzione di strumenti più potenti, l'evidenza osservativa a favore dell'esistenza sul pianeta di esseri intelligenti, già tenue negli anni precedenti, scomparve del tutto. A Schiaparelli sopravvissero le splendide mappe del pianeta Marte, la nomenclatura dei vari luoghi individuati, e naturalmente la fama di essere uno dei più stimati e famosi astronomi della sua epoca.

Mi sono chiesto più volte, nel corso dei dieci anni che sono stati necessari per portare a termine l'attività di catalogazione, restauro e valorizzazione del patrimonio storico dell'Osservatorio Astronomico di Brera, se ne valeva la pena.

Per me, storico della fisica, la domanda era retorica: l'esigenza della conservazione della documentazione esistente fa parte del corredo genetico dello storico.

Ho provato a immaginarmi nei panni dello studioso moderno dei fenomeni celesti o nei panni del cittadino che vede impegnate nell'impresa di salvaguardia risorse umane e finanziarie: la risposta non è stata semplice.

Soprattutto perché esistono delle istituzioni come Musei, Archivi di Stato, Biblioteche Civiche o Nazionali che avrebbero lo scopo precipuo della conservazione del patrimonio storico: qualcuno avrebbe potuto ragionevolmente proporre di rivolgersi ad esse per salvare i beni storici dell'Osservatorio.

Mi sono dato una risposta, credo non consolatoria; tra distruzione o dispersione dei beni storici e loro musealizzazione esiste una terza possibilità: far sì che il patrimonio storico di un'istituzione scientifica, salvaguardato e valorizzato, costituisca un ambiente fisico e culturale per iniziative di diffusione di cultura scientifica.

Era ed è una strada ardua da percorrere in ambito universitario. Dopo anni di attività possiamo ragionevolmente dire che conservazione e diffusione della cultura scientifica possono essere proficuamente coniugate: con vantaggio degli scienziati e dei cittadini.

Ed è con questa consapevolezza che viene offerta la possibilità di osservare di nuovo il cielo col telescopio Merz inserito nella sua cupola originaria e di poter rileggere le memorie di Schiaparelli.

Ringrazio Maria Alberta Schiaparelli e Alessandro Pirera per la stima che ci hanno accordato e per la simpatia con la quale hanno seguito, sin dall'inizio, il nostro lavoro.

Pasquale Tucci

ELENCO E DIDASCALIE DELLE TAVOLE FUORI TESTO

Tavola I

Carta generale del pianeta Marte di G. V. Schiaparelli, 1877-1878.

Da G. V. Schiaparelli, "Il pianeta Marte" in *Natura ed Arte*, anno II, n. 5 e 6, 1 e 15 febbraio 1893.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.2106.A-D.

Tavola II

Le geminazioni delle linee oscure del pianeta Marte di G. V. Schiaparelli, 1882 e 1888.

Da G. V. Schiaparelli, "Il pianeta Marte" in *Natura ed Arte*, anno II, n. 5 e 6, 1 e 15 febbraio 1893.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.2106.A-D.

Tavola III

Mappa di Marte di Richard A. Proctor, 1867.

Da C. Flammarion, *La planète Mars et ses conditions d'habitabilité* (Paris, 1892).

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.73.A.

Tavola IV

in alto:

La prima osservazione di Marte di G. V. Schiaparelli, 23 agosto 1877.

Dal *Quaderno di minute di osservazioni*. Annotazione di Schiaparelli: "21 h 43 m. Marte giallo. Si vede bene calotta australe."

Archivio dell'Osservatorio di Brera, Fondo G. V. Schiaparelli, cart. 407, fasc. 1.

in basso:

La prima osservazione di Marte di G. V. Schiaparelli, 23 agosto 1877.

Dal *Quaderno di osservazioni*. È l'osservazione precedente riportata in bella copia, con l'annotazione: "Marte. Intorno a 21 h 50 m t. siderale = 11 h 45 m t. m. ho tentato di far un disegno di Marte, ma vidi esser cosa difficile e d'altri omeri soma che dei miei. La macchia polare di sopra pareva un'ellisse completa; la parte inferiore del disco era rosea e uguale: nella parte più alta vi era la figura qui disegnata, che non sarei capace d'identificare sulla carta di Proctor. L'aria non era molto buona. Amplificazione IV."

Archivio dell'Osservatorio di Brera, Fondo G. V. Schiaparelli, cart. 403, fasc. 1.

Tavola V

In alto:

Il telescopio Merz di 218 mm di diametro in una foto d'epoca.

In basso:

Il telescopio Merz di 218 mm di diametro dopo il restauro del 1997-98.

Tavola VI

Mappa di Marte di G. V. Schiaparelli, 1877-1878.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte fatte nella Reale Specola di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz durante l'opposizione del 1877", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1878). Prima memoria. Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.I.

Tavola VII

Emisfero australe di Marte di G. V. Schiaparelli, 1877-1878.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte fatte nella Reale Specola di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz durante l'opposizione del 1877", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1878). Prima memoria. Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.I.

Tavola VIII

Emisfero australe e boreale di Marte di G. V. Schiaparelli, 1879.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte fatte nella Reale Specola di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz (Osservazioni dell'opposizione 1879-1880)", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1881). Seconda memoria.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.II.

Tavola IX

Mappa di Marte di G. V. Schiaparelli, 1879.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte fatte nella Reale Specola di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz (Osservazioni dell'opposizione 1879-1880)", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1881). Seconda memoria.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.II.

Tavola X

Mappa di Marte di G. V. Schiaparelli, 1881-1882.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte fatte nella Reale Specola di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz (Opposizione 1881-1882)", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1886). Terza memoria.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.III.

Tavola XI

Mappa di Marte di G. V. Schiaparelli, 1883-1884.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte fatte nella Reale Specola di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz (8 pollici)", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1896). Osservazioni dell'opposizione 1883-

1884). Quarta memoria.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.IV.

Tavola XII

Emisfero boreale di Marte di G. V. Schiaparelli, 1886.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte fatte nella Reale Specola di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz (Opposizione del 1886)", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1897). Quinta memoria.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.V.

Tavola XIII

Emisfero boreale di Marte di G. V. Schiaparelli, 1888.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sulla topografia e costituzione del pianeta Marte fatte nella Specola Reale di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz-Repsold (18 pollici) durante l'opposizione del 1888", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1899). Sesta memoria.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.VI.

Tavola XIV

Emisfero boreale di Marte fino al 40° grado di latitudine di G. V. Schiaparelli, 1888.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sulla topografia e costituzione del pianeta Marte fatte nella Specola Reale di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz-Repsold (18 pollici) durante l'opposizione del 1888", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1899). Sesta memoria.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.VI.

Tavola XV

Mappa di Marte di G. V. Schiaparelli, 1890.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sulla topografia e costituzione del pianeta Marte fatte nella Specola Reale di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz-Repsold (18 pollici) durante l'opposizione del 1890", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1910). Settima memoria.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.VI.

Tavola XVI

Emisfero boreale di Marte di G. V. Schiaparelli, 1890.

Da G. V. Schiaparelli, "Osservazioni astronomiche e fisiche sulla topografia e costituzione del pianeta Marte fatte nella Specola Reale di Brera in Milano coll'equatoriale di Merz-Repsold (18 pollici) durante l'opposizione del 1890", *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali* (Roma, 1910). Settima memoria.

Biblioteca dell'Osservatorio di Brera, 19o.1724.VI.

PASQUALE TUCCI

FU SOLO ILLUSIONE?

I canali di Marte tra il 1877 e il 1910

1. *Vagava e trovò Marte*

Quando la notte del 23 agosto 1877 Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910) orientò verso Marte il telescopio col quale stava osservando stelle doppie non aveva intenzione di dedicare al pianeta rosso una serie continuata e regolare di osservazioni. Marte si presentava in condizioni ideali per l'osservazione essendo all'opposizione (Sole, Terra e Marte allineati nell'ordine) e a una distanza dalla Terra particolarmente bassa.

Schiaparelli desiderava solo sperimentare se il telescopio rifrattore Merz di 218 mm di diametro, che si era dimostrato eccellente nell'osservazione delle stelle doppie, possedesse le qualità ottiche opportune allo studio della superficie dei pianeti. Quella breve incursione sul pianeta, però, non si esaurì nel giro di qualche ora: dal 1877 fino alla fine dei suoi giorni, infatti, Schiaparelli continuò a studiare Marte, legando molta della sua fama ai pionieristici studi sulla topografia del pianeta. Cercava una risposta sulla qualità del suo strumento e trovò un mondo inesplorato che sentiva di poter svelare nei suoi dettagli e nella sua evoluzione: un tipico caso di *serendipity* che vale la pena di raccontare.

2. *Quello che si sapeva di Marte nel 1877*

All'epoca le informazioni sul pianeta Marte erano numerose, ma frammentarie e poco diffuse. Esse si possono così sintetizzare:

- Tra il 1636 e il 1873 vari osservatori avevano tracciato un migliaio di disegni della superficie del pianeta. Non tutti, però, erano stati pubblicati.

- Nel 1867 l'anglo-americano Richard Antony Proctor, prolifico divulgatore di tematiche astronomiche, aveva raccolto i disegni di Marte disponibili e aveva elaborato una mappa del pianeta, la più dettagliata prima di quella disegnata da Schiaparelli tra il 1877 e 1878. Nella carta di Proctor erano riprodotte varie strutture interpretate come 'continenti' e 'mari', ai quali erano stati assegnati nomi di famosi astronomi. Ai poli erano disegnate bianche calotte, interpretate come ghiaccio già da Friedrich Wilhelm Herschel alla fine del diciottesimo secolo.

- Nel 1859 il padre gesuita Angelo Secchi, famoso per la prima classificazione delle stelle sulla base del loro spettro, pubblicò 18 disegni di particolari e dei due emisferi di Marte. Le immagini mostravano un pianeta con bianche calotte, azzurri mari su sfondi rossastri e rosati: Secchi introdusse il termine 'canali' per indicare certe strutture regolari allungate.

- Nel 1867 William Huggins, mediante studi spettroscopici, aveva rilevato, infine, la presenza di vapor acqueo nell'atmosfera del pianeta.

Il mosaico delle conoscenze disponibili, con l'uso di termini terrestri come 'continenti', 'mari', 'calotte', 'canali', sebbene disarticolato, suggeriva complessivamente l'idea che Marte fosse molto simile alla Terra.

3. *Schiaparelli si avventura su Marte*

La prima reazione di Schiaparelli alle immagini di Marte che il telescopio gli offriva la notte del 23 agosto fu di disorientamento: non riusciva, infatti, a individuare sulla superficie del pianeta quello che risultava dai disegni e dalle mappe che aveva a disposizione.

Egli, comunque, fu sfortunato in quell'occasione: la zona osservata, infatti, era una delle più difficili e delle più dubbiose. Ma non si scoraggiò: a poco a poco alcuni dettagli cominciarono ad acquistare significato e furono riconosciute alcune forme disegnate sulle carte. E quando si rese conto che i disegni tracciati sulla base delle sue osservazioni non differivano molto da quelli, bellissimi, eseguiti da Gerhard Kaiser e J. Normann Lockyer durante l'opposizione del 1862, quando il pianeta si presentava in una configurazione quasi identica a quella del 1877, decise di intraprendere uno studio sistematico della sua superficie.

All'epoca, in mancanza di una tecnica fotografica accettabile, il risultato delle osservazioni di un pianeta veniva reso pubblico mediante disegni di particolari della sua superficie eseguiti a mano: una procedura difficile e faticosa. Un occhio dell'osservatore era incollato all'oculare del telescopio (Schiaparelli osservava con l'occhio sinistro) e l'altro occhio guidava la mano che disegnava. Il disegno di ciò che si osservava doveva essere fatto in tempi brevissimi perché rapidamente potevano cambiare le condizioni di osservazione a causa della turbolenza dell'atmosfera terrestre o a causa di cambiamenti sulla superficie del pianeta. Poteva capitare, e a Schiaparelli capitò, di disegnare particolari osservati per una frazione di secondo e di non poter controllare quindi la verosimiglianza tra quanto disegnato e quanto osservato.

Tutto ciò dava luogo a discussioni e a polemiche perché spesso si metteva in dubbio la veridicità di un particolare notato una sola volta e disegnato da un solo osservatore: è un problema tipico dei fenomeni astronomici, non essendo essi riproducibili in laboratorio.

Un ruolo particolarmente importante gioca allora l'autorevolezza della quale gode lo studioso per assegnare verosimiglianza alle sue osservazioni: un problema di fiducia che mal si coniuga con la pretesa oggettività di 'fatti' sui quali dovrebbero basarsi speculazioni e considerazioni teoriche. Da questo punto di vista Schiaparelli era in una botte di ferro perché, come vedremo, quando iniziò i suoi studi su Marte godeva ormai di una indiscussa e diffusa stima all'interno della comunità astronomica internazionale.

Ma dire che un particolare disegnato corrisponde a quanto osservato sulla base dell'autorevolezza acquisita dallo scienziato in osservazioni precedenti pone difficili problemi metodologici: con essi si cimentò la comunità astronomica alla fine del secolo scorso e nel primo decennio di questo secolo proprio in relazione ai problemi sollevati dalle osservazioni di Marte da parte dello scienziato milanese.

Oltre ad essere un bravo osservatore Schiaparelli era, comunque, uno scienziato le cui posizioni metodologiche erano chiare, sebbene schematiche: 'fatti' e 'opinioni' possono essere nettamente demarcati. Compito dello scienziato è quello di teorizzare, anche in maniera ardita, ma solo sulla base di fatti accertati al di là di ogni ragionevole dubbio. Per questo egli introdusse nello studio e nella descrizione del pianeta Marte una serie di tecniche e di procedure che limitavano al massimo l'arbitrarietà dello scienziato.

E, quasi a sottolineare anche visivamente questa sua scelta metodologica, pubblicò quelli che lui considerava 'fatti' in scritti rivolti alla comunità scientifica e quelle che considerava 'opinioni' in scritti rivolti a un pubblico generico: così saliva e scendeva dalla groppa dell'Ippogrifo, prendendo a prestito la metafora da lui usata nell'articolo "La vita sul pianeta Marte" pubblicato in questo volume, a seconda della libertà che vole-

va concedere alla sua fantasia. Vedremo, comunque, che la cavalcata non era un caotico girovagare, ma era sempre guidata dal principio di razionale ricostruzione, in un quadro unitario, di indizi, fenomeni e ipotesi teoriche.

4. *Un piemontese a Milano*

Schiaparelli, piemontese inviato a Milano dopo l'unità d'Italia, aveva studiato all'estero, presso due dei centri astronomici più importanti del vecchio continente: con Johann Franz Encke a Berlino e con Otto Struve e Friedrich August Winnecke a Pulkovo (vicino San Pietroburgo), dove si trovava, nel 1859, quando fu nominato astronomo dell'Osservatorio Astronomico di Brera.

Nel 1862 fu nominato direttore dell'Osservatorio; nel 1877 era ormai famoso per aver scoperto il pianetino Esperia, per i suoi studi sulle stelle doppie, sulle comete, sulle stelle cadenti e sui meteoriti.

Soprattutto quello sulle stelle cadenti gli aveva procurato importanti riconoscimenti da parte della comunità astronomica: l'argomento era considerato piuttosto indecifrabile dal punto di vista scientifico. Schiaparelli si era posto il problema, infatti, di dar conto del fenomeno delle stelle cadenti che si osservano nelle notti intorno al 10 agosto e, in misura minore, nelle notti intorno al 27 novembre: un avvenimento piuttosto bizzarro e carico di significati extra-scientifici.

Esso veniva considerato un fenomeno che aveva origine nell'atmosfera terrestre e, come tale, oggetto di studio da parte dei meteorologi, piuttosto che un fenomeno che aveva origine nel Sistema Solare e, come tale, oggetto di studio da parte degli astronomi. In ogni caso il fenomeno era così irregolare che si disperava di poterlo ricondurre a leggi note.

L'astronomo ormai naturalizzato milanese, invece, dimostrò che il fenomeno era perfettamente descrivibile con gli strumenti della meccanica celeste: le stelle cadenti sono detriti di comete in disfacimento, attraversati dalla Terra lungo il suo percorso intorno al Sole. In particolare Schiaparelli dimostrò che le stelle cadenti che si osservano il 10 agosto (le Perseidi) derivavano dalla dissoluzione della cometa 1862III e che le stelle cadenti che si osservano il 27 novembre (le Leonidi) derivavano dalla dissoluzione della cometa 1866I.

Questi studi ebbero una grande diffusione nella comunità astronomica. E furono proprio essi che contribuirono a dare dignità scientifica a quelli successivi sul pianeta Marte che, caricati di significati simbolici in relazione al problema dell'abitabilità di altri mondi da parte di esseri intelligenti, erano spesso terreno di incursione da parte di dilettanti e di ciarlatani.

Così, in ragione dell'autorevolezza acquisita, Schiaparelli fu garante della scientificità degli studi su Marte nei riguardi della comunità astronomica internazionale, piuttosto restia ad accettare la validità di questo nuovo settore di ricerca.

5. *La prima memoria su Marte*

Schiaparelli lesse all'Accademia dei Lincei i risultati delle sue osservazioni di Marte fatte dall'agosto 1877 al marzo 1878: essi furono pubblicati, nel 1878, in una memoria di oltre 160 pagine, ricca di descrizioni e di calcoli, sui prestigiosi *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*.

Schiaparelli determinò, innanzitutto, l'asse di rotazione del pianeta, basandosi su misure micrometriche di 62 punti della sua superficie. Essi servirono come fondamento della prima mappa, in proiezione di Mercatore, del pianeta: era la più ricca di particolari tra tutte quelle che erano state fino ad allora pubblicate.

Ai vari luoghi del pianeta, attingendo alla sua vasta e profonda cultura classica, Schiaparelli assegnò nomi tratti dall'antica geografia e mitologia, nomi che rimangono anche nella moderna areografia (mappa di Marte, dal greco Ares). Oltre alla mappa, erano allegate alla memoria una descrizione stereografica dell'emisfero australe del pianeta Marte e varie proiezioni ortografiche con centro a varie longitudini e latitudini. Mancava la descrizione dell'emisfero boreale, non visibile durante l'opposizione del 1877-78.

Le immagini evidenziavano da una parte l'eccellente qualità del rifrattore Merz, e dall'altra la diligenza e l'abilità osservativa dell'astronomo milanese, in grado di cogliere particolari che erano sfuggiti a osservatori con telescopi molto più potenti.

Dal punto di vista della rappresentazione Schiaparelli usava una tecnica diversa da quella usata dai suoi predecessori. Questi ultimi davano maggiore importanza al colore o al tono dell'immagine piuttosto che alla linea e al tratto: da questo derivava una descrizione del pianeta come un insieme di macchie.

Il nostro, invece, si concentrò sulla linea e sui contorni, prestando attenzione anche a minimi particolari visualizzati nelle osservazioni. Questo gli consentiva di trasformare un'osservazione qualitativa in una descrizione basata sulla geometria e sul calcolo, in analogia alla descrizione della superficie terrestre. E in questo egli fu un vero pioniere: era la prima volta che per le osservazioni planetarie si introduceva la metodologia utilizzata nelle carte terrestri.

Tutto ciò fu molto apprezzato dagli astronomi; ma quello che attirò maggiormente l'attenzione, anche dei non addetti ai lavori, fu l'uso di termini come 'mari', 'terre emerse' o 'canali', sebbene Schiaparelli non li avesse introdotti e sebbene ammonisse di non prendere queste indicazioni troppo alla lettera.

L'uso di questi termini era determinato dall'analogia con fenomeni terrestri: come si presenterebbe la Terra se fosse osservata da Marte? I continenti terrestri riflettono una parte notevole della luce che ricevono dal Sole e, se fossero osservati da Marte, risulterebbero luminosi. I mari della Terra, invece, composti di un liquido trasparente, assorbono una parte della luce solare e, se fossero osservati da Marte, apparirebbero macchie oscure.

Nella terminologia degli studiosi di Marte, quindi, le macchie scure del pianeta erano battezzate 'mari' e le parti più chiare 'continenti'. Era, comunque, difficile far credere al lettore non esperto che l'uso di termini così 'terrestri' fosse un puro artificio linguistico: era inevitabile che a nomi uguali fossero associati oggetti uguali.

Un altro elemento che indusse non solo gli scienziati a credere Marte sempre più simile alla Terra fu il fenomeno confermato da Schiaparelli, e già osservato da F. W. Herschel e da altri, della variazione periodica dell'estensione della superficie delle calotte polari. L'astronomo milanese dedusse che le calotte marziane erano il risultato della condensazione dei vapori dell'atmosfera del pianeta, in analogia all'alternarsi delle stagioni che provoca lo scioglimento e la comparsa delle nevi sulla Terra.

Infine, dall'osservazione di vapori, nuvole e ghiacci inferì l'esistenza di acqua sul pianeta, peraltro suggeritagli dalle osservazioni spettroscopiche di W. Huggins e altri.

6. Le reazioni alla prima memoria

La prima memoria su Marte pubblicata da Schiaparelli, e quelle posteriori, diedero luogo, nei decenni successivi, a una delle più appassionanti controversie sulla natura delle strutture che si osservavano sul pianeta e sulla possibilità che esse fossero calpestate e, probabilmente, progettate e costruite da esseri intelligenti. Alle discussioni che ne seguirono parteciparono sia astronomi professionisti che non addetti ai lavori i quali,

anche attraverso articoli pubblicati su quotidiani, venivano a conoscenza delle nuove scoperte e delle loro interpretazioni.

Fu uno dei primi fenomeni di diffusione di problematiche scientifiche all'esterno della comunità degli specialisti che, inesperta, si fece cogliere di sorpresa dalla commistione di elementi scientifici ed extra-scientifici che alimentava la controversia. Lo stesso Schiaparelli non sempre riuscì a partecipare al dibattito con l'occhio freddo e vigile dello scienziato, come sarebbe stato suo intendimento. Si sa che egli partecipò a una seduta spiritica per venire in contatto con eventuali abitanti di Marte. Faceva da tramite per l'improbabile incontro con i 'marziani' la famosa medium Eusapia Paladino che già aveva attirato l'attenzione di importanti intellettuali, scienziati e filosofi come Cesare Lombroso, Pierre Curie, Arsène d'Arsonval, Henry Bergson. Il fenomeno ebbe un'ampia eco sui giornali quotidiani e Luigi Barzini senior ne parlò sul *Corriere della Sera* nel 1907.

Dopo la prima memoria pubblicata negli *Atti della R. Accademia dei Lincei*, Schiaparelli pubblicò sulla stessa rivista, tra il 1878 e il 1910, altre sei memorie per un totale di oltre 600 pagine. La numerazione dei paragrafi è progressiva da 1 a 1052, e sta a indicare il disegno unitario che le ispira. Le sette memorie si riferiscono a osservazioni di Marte eseguite nelle opposizioni del 1877-78, del 1879-80, del 1881-82, del 1883-84, del 1886, del 1888 e del 1890.

Schiaparelli continuò ad osservare Marte dopo il 1890, ma non se la sentì di pubblicare altre memorie, corredate da disegni, relative alle opposizioni successive. Temeva, infatti, che il progressivo indebolimento della vista potesse farlo incorrere in gravi errori di rappresentazione. Egli lesse, nel gennaio 1910, all'Accademia dei Lincei, pochi mesi prima della morte, l'ultima memoria relativa alle osservazioni e disegni fatti durante l'opposizione del 1890.

Dopo il 1890 pubblicò sulla rivista *Natura ed Arte* tre articoli su Marte di carattere generale e scritti per un pubblico non specialista: in essi l'autore parla con estrema franchezza delle motivazioni profonde che lo avevano condotto a interessarsi del pianeta Marte e si azzarda a fornire un quadro unitario, sulla base dei risultati delle osservazioni, delle possibilità di vita sul pianeta. I tre articoli sono pubblicati in questo volume e di essi parleremo in seguito.

7. Se Marte è simile alla Terra i marziani possono esistere

La mappa e i disegni allegati alla prima memoria pubblicata negli *Atti della R. Accademia dei Lincei* mostravano dettagli che nessuna altra carta aveva: il pianeta, nel suo complesso, si presentava come un agglomerato di terre emerse, circondate da un grande oceano, colorato di tenue azzurro, che si insinuava tra di esse e formava vari mari. Nella carta sono indicati 'isole', 'istmi', 'stretti', 'canali', 'penisole', 'promontori'; secondo Schiaparelli tali denominazioni, prese a prestito dalla topografia terrestre, sono un semplice artificio per aiutare la memoria ed evitare lunghe perifrasi. Ad ognuno dei luoghi individuati, e precisamente collocati rispetto al reticolo dei meridiani e dei paralleli, Schiaparelli assegnò nomi tratti dalla geografia poetica e dall'archeologia mitica, mentre nella carta di R. A. Proctor i luoghi erano individuati da nomi di astronomi. Ma non fu solo un esercizio di raffinata erudizione; il pianeta descritto da Schiaparelli aveva così tanti particolari in più rispetto alla carta di Proctor da esaurire ben presto i nomi disponibili di astronomi.

Molto modestamente Schiaparelli afferma di non voler sollecitare l'approvazione della sua nomenclatura da parte degli astronomi, né l'onore di passare nell'uso generale:

in effetti la sua nomenclatura è quella tuttora usata. Avrebbe potuto usare delle lettere dell'alfabeto o dei numeri come avevano fatto precedentemente Johann Heinrich Maedler e Gerard Kaiser; ma era più facile ricordare nomi, così evocativi di un'aurea classicità, piuttosto che numeri e lettere.

Schiaparelli è, comunque, un 'minimalista' quando attribuisce ai nomi classici solo una funzione mnemonica. Basta leggere la sua memoria per rendersi conto del complesso processo di assegnazione di un nome a un luogo e del piacere da lui provato nel lasciarsi guidare dall'analogia tra la forma del luogo e il nome classico prescelto. Seguiamolo per un attimo nelle sue peregrinazioni intellettuali: "Al nascere della Geografia matematica presso i Greci l'antico Dicearco pose per base della descrizione della Terra conosciuta il suo celebre *diaframma*, cioè una linea fondamentale, che correva dalle Colonne d'Ercole alle estremità orientali dell'Asia allora conosciuta, stringendosi alle rive settentrionali del Mediterraneo, al Monte Tauro, ed alle sue continuazioni verso Oriente. Una simile guida per procedere ordinatamente nella descrizione di Marte ci offre la linea sinuosa, che dal fondo della Gran Sirte va pel Corno d'Ammonio a costeggiare le rive settentrionali del Mare Eritreo, e di là girando intorno alla Terra delle Meraviglie (Thaumasia) per le Colonne d'Ercole segue la lunga serie dei mari interni dell'emisfero australe, cioè il Mare delle Sirene, il Mare Cimmerico, il Mar Tirreno, per metter di nuovo capo alla Gran Sirte." (Prima memoria dei Lincei, 1878, p. 46).

Oltre a luoghi molto 'terrestri' sia nei nomi che nella rappresentazione, Schiaparelli descrive anche processi meteorologici che avvenivano nell'atmosfera di Marte e variazioni delle dimensioni della calotta polare australe, l'unica visibile nel 1877-78. Quanto alla natura del ghiaccio della calotta Schiaparelli, anche se con qualche dubbio, ipotizza che sia acqua allo stato solido, sulla base delle osservazioni spettroscopiche di W. Huggins e di altri.

Alla fine della memoria Schiaparelli abbozza un quadro interpretativo, ipotetico, delle osservazioni fatte: l'unico presentato nelle sette memorie pubblicate negli *Atti della R. Accademia dei Lincei*. In seguito si pentì di essersi lasciato andare a questo tipo di considerazioni.

La presenza di nevi polari, di nubi e di nebbie dimostrano, secondo Schiaparelli, che nell'atmosfera di Marte esiste una circolazione meteorologica: in certe regioni si sollevano vapori, e in altre si condensano. I vapori che nelle calotte assumono la forma di cristalli di neve, in seguito diventeranno acqua che scorre sotto forma liquida e che andrà a raccogliersi nelle parti più basse del pianeta. Nascono così mari più o meno vasti. Ai mari l'acqua arriva attraverso canali: è quindi altamente plausibile l'ipotesi di una costituzione marittima e continentale della superficie di Marte.

Il quadro presentato da Schiaparelli non lasciava dubbi sulla profonda analogia che egli riscontrava tra Marte e la Terra, il tutto presentato con grande dovizia di particolari, collocati in un quadro logico razionale, esattamente descritti con linguaggio tecnico adeguato ad una memoria scientifica di carattere astronomico e con tutte le difficoltà di lettura e di comprensione che articoli del genere hanno per i non addetti ai lavori.

C'erano nella memoria, però, troppi elementi che suscitavano curiosità nelle persone comuni: non è di tutti i giorni leggere che un astronomo affidabile come Schiaparelli, con la precisione e la cautela che richiede ogni ipotesi scientifica, ipotizza che esista nel Sistema Solare un altro pianeta che è del tutto simile alla Terra. In particolare quello che destava maggior sensazione erano i canali: già intriganti di per sé, essi acquisirono un significato del tutto particolare a causa dell'ambiguità del termine nella lingua italiana rispetto a quella inglese. In quest'ultima, infatti, canale può essere tradotto sia come '*canal*' che come '*channel*'.

Nel primo caso indica un canale artificiale (come quello di Suez), mentre nel secondo un canale naturale (come quello della Manica). Essendo stato tradotto 'canal' i lettori di lingua inglese capivano che si aveva a che fare con canali artificiali e quindi, implicitamente, supponevano la possibile esistenza di esseri intelligenti in grado di progettarli e costruirli. Subito Camille Flammarion, in Francia, parlò di abitanti di Marte molto diversi da noi, in grado di volare, a causa della gravità più bassa di quella sulla Terra.

Dal momento che nello stesso periodo 1877-78 Asaph Hall, a Washington, aveva annunciato la scoperta di due satelliti di Marte, rafforzando ancora l'idea che esso fosse anche in questo simile alla Terra, Flammarion immaginò che anche sui piccoli satelliti di Marte si potessero trovare esseri intelligenti, naturalmente microscopici. Il ragionamento di Flammarion non era molto rigoroso, ma egli era un abile divulgatore e contribuì in maniera determinante a diffondere le notizie su Marte anche in ambienti non scientifici.

Sarebbe troppo lungo analizzare la sterminata documentazione che testimonia della diffusione del problema della vita su Marte tra i non specialisti negli ultimi venti anni del secolo scorso. Ci basti citare un episodio: nel 1899 lo psicologo ginevrino T. Flournoy pubblicò sul libro *Dalle Indie al pianeta Marte* il caso di una donna che, in stato ipnotico, disegna vari particolari di Marte, ne rappresenta i paesaggi, gli abitanti, ne descrive gli usi, i costumi, l'organizzazione sociale e, addirittura, il linguaggio e la scrittura. È probabile che la donna fosse venuta a conoscenza delle tematiche riguardanti Marte attraverso articoli comparsi anche su quotidiani come *Le Figaro*, che riferivano delle scoperte di Schiaparelli e delle opere di C. Flammarion, esplicitamente citati dall'autore del saggio. La cosa si prestò a delle facili ironie quando un altro autore riportò il caso di una donna che descriveva i marziani e la loro lingua: le descrizioni delle due donne erano completamente diverse. Qualcuno attribuì, scherzosamente, le diversità al fatto che le due donne avevano visto parti differenti del pianeta.

8. *L'evoluzione di Marte*

Marte si presentò di nuovo in buone condizioni di visibilità durante l'opposizione del 1879-80. Schiaparelli non si lasciò sfuggire quest'occasione per tornare sull'argomento: le sue osservazioni furono sostanzialmente rivolte ad una conferma, approfondimento ed estensione di quelle precedenti. In questa opposizione era visibile l'emisfero boreale del quale fu possibile fornire una descrizione altrettanto dettagliata di quella dell'emisfero australe osservato nell'opposizione precedente.

Schiaparelli pubblicò, nel 1881, la memoria con i dati osservativi rilevati durante l'opposizione del 1879-80: essa era corredata da una mappa in proiezione di Mercatore, dalle descrizioni stereografiche dei due emisferi del pianeta e da varie proiezioni ortografiche con centro a varie longitudini e latitudini.

Durante questa opposizione Schiaparelli adattò all'oculare del Merz un vetro di colore rosso-giallo in modo da bloccare i pochi raggi azzurri che avrebbero disturbato l'osservazione. Fissò, poi, 114 punti fondamentali e corresse alcuni dettagli della carta precedente. L'astronomo milanese rimase colpito dai grandi mutamenti che percepiva essere avvenuti sulla superficie del pianeta rispetto all'opposizione del 1877-78: alcuni di essi vennero attribuiti a cambiamenti delle condizioni atmosferiche del pianeta, ma altri vennero ascritti a fenomeni meno aleatori. Molti canali avevano cambiato direzione e altri si erano talmente ramificati da renderne impossibile l'individuazione.

Il fatto che ci fossero cambiamenti sulla superficie del pianeta, osservabili anche a una distanza di tempo così breve, colpì molto Schiaparelli.

Le variazioni dimostravano che su Marte era attivo un grandioso sistema di processi naturali: il pianeta non era quindi un arido deserto di sassi. Secondo Schiaparelli, Marte viveva, e la sua vita si manifestava come un insieme molto complicato di fenomeni, una parte dei quali si svolgeva su una scala abbastanza grande da essere osservabile da Terra. Vi era sul pianeta, continua l'astronomo milanese, un mondo intero di cose nuove da studiare, tali da destare la curiosità sia degli astronomi che dei filosofi.

Egli era fortemente interessato alla teoria dell'evoluzione. Nel 1898 pubblicherà il saggio "Forme geometriche pure: loro parametri e loro classificazione". In esso dimostrava che, come in un sistema di forme geometriche l'infinita varietà di queste deriva dalla variazione dei parametri di una medesima forma fondamentale, così i tipi organici della natura possono derivare dalle variazioni di un certo numero di parametri secondo una legge unica. Il lavoro doveva servire, secondo Schiaparelli, a risolvere alcuni problemi della teoria darwiniana dell'evoluzione, di fronte ai quali s'era arrestato lo stesso Charles Darwin, del quale Schiaparelli si dichiarava convinto estimatore.

Le osservazioni dell'opposizione del 1879-80 furono fatte nel periodo fine settembre 1879-fine marzo 1880. Nella memoria pubblicata Schiaparelli mantenne l'ordine e la divisione adottata in quella precedente. E, come in quest'ultima, gli argomenti trattati erano: a) l'asse di rotazione del pianeta, b) la posizione dei punti principali da utilizzare come base per la mappa, c) la descrizione della superficie, d) lo studio delle particolarità fisiche della superficie e la discussione delle ipotesi che possono render conto dei fatti osservati.

Particolarmente interessante è la nuova mappa del pianeta, disegnata in accordo alle osservazioni più recenti. La mappa è molto più ricca di dettagli della precedente ed è in bianco e nero con sfumature di grigio.

È, a mio avviso, una delle più belle e, probabilmente, una delle più fedeli alle effettive osservazioni; i contorni netti che caratterizzano la mappa del 1878 sono stati sostituiti da leggere sfumature che si dissolvono dolcemente. Schiaparelli, comunque, non era molto contento del processo litografico che aveva alterato, a suo dire, le proporzioni di chiaro e di scuro. Ma probabilmente anteponeva a quello che la sua mano aveva disegnato quello che gli suggeriva la sua mente: vale a dire l'esistenza di strutture dal netto profilo, interpretabili come canali artificiali.

In questa seconda memoria non si abbandona a nessuna interpretazione dei dati osservativi. Schiaparelli non aveva gradito quelle che considerava forzature del suo pensiero operate da Flammarion e da altri e si rammaricava che nella precedente memoria non avesse distinto abbastanza i fatti dalle interpretazioni: una preoccupazione francamente eccessiva.

9. La duplicazione dei canali

La risposta a molti dei quesiti posti dalle prime due memorie fu cercata nelle osservazioni eseguite durante l'opposizione del 1881-82. Schiaparelli pubblicò i risultati delle sue osservazioni in una memoria del 1886: essa è corredata da una mappa del pianeta nella proiezione di Mercatore con i toponimi, dalla stessa mappa senza toponimi per rendere più visibili i dettagli della superficie, da una descrizione stereografica dell'emisfero boreale e da alcuni disegni.

Ma invece di rispondere ai quesiti della precedente, la nuova opposizione ne pose degli altri e ancora per merito di Schiaparelli che affermò di aver osservato il fenomeno della geminazione: a destra o a sinistra di un canale preesistente si formava un altro canale uguale e parallelo al primo, a una distanza che variava dai 350 ai 700 km. Schiaparelli

era molto dubbioso sul fenomeno e addirittura temeva di essere preso in giro; ma le sue osservazioni furono confermate anche da altri astronomi (Henry Perrotin e William H. Pickering).

La notizia apparve sul *Times* di Londra del 10 aprile 1882 in un lettera scritta da Thomas William Webb che discusse il fenomeno in maniera più completa su *Nature*. La notizia apparve anche su *Scientific American*; la cosa buffa era che il prestigioso giornale scientifico citava come fonte di notizia il quotidiano *London Telegraph*.

Fu Proctor, l'astronomo che aveva disegnato la mappa di Marte più completa prima di quella di Schiaparelli, che per primo avanzò l'ipotesi che i canali fossero stati costruiti da esseri intelligenti. La minore gravità di Marte consentiva opere di ingegneria molto più imponenti di quelle che era possibile costruire sulla Terra.

La memoria riguardante l'opposizione 1881-82 prendeva in considerazione osservazioni eseguite tra l'ottobre 1881 e l'aprile 1882. Aveva la stessa struttura delle precedenti e concedeva poco spazio all'esposizione di modelli interpretativi dei dati osservativi. Ma il fenomeno delle geminazioni era troppo singolare per poter essere messo senza commento insieme ad altre osservazioni. Tra l'altro esso dava un aspetto del tutto particolare alla mappa che, anche per questo, si presentava completamente diversa dalle precedenti. In effetti la terza sezione della memoria, per un totale di una decina di pagine, è interamente dedicata al fenomeno delle geminazioni.

Innanzitutto Schiaparelli assicura che il fenomeno non dipende da illusione ottica, come può capitare nell'osservazione di stelle doppie molto strette quando una linea, prima considerata unica, viene sdoppiata per effetto di migliori condizioni osservative. Elenca poi con dovizia di particolari tutte le geminazioni che ha osservato e riporta, infine, osservazioni di geminazioni fatte da altri astronomi.

Perché questa difesa così appassionata di un dato osservativo? Perché tra tutti i fenomeni osservati e descritti da Schiaparelli dal 1877 quello delle geminazioni era un suo contributo originale alla fenomenologia di Marte, a differenza degli altri fenomeni come 'continenti', 'mari', 'canali' che egli non aveva scoperto, sebbene avesse portato la loro descrizione a un livello di dettaglio assolutamente inimmaginabile.

Il fenomeno delle geminazioni poteva costituire, inoltre, la prova tanto cercata dell'esistenza di esseri intelligenti sul pianeta: il tema era troppo 'ipotetico' perché Schiaparelli lo esponesse nella memoria pubblicata negli *Atti della R. Accademia dei Lincei*, dove egli si limitava a descrivere i 'fatti'. Ed egli, infatti, lo espose nel primo articolo pubblicato su *Natura ed Arte*, del quale parlerò tra breve.

10. *Si forma il partito degli anticanalisti*

L'opposizione del 1883-84 non consentì osservazioni molto raffinate. Come per le altre opposizioni Schiaparelli compì una serie di regolari osservazioni pubblicate in una memoria del 1896, corredata da una mappa e vari disegni di particolari del pianeta.

Anche l'opposizione del 1886 non fu molto favorevole all'osservazione, ma per Schiaparelli c'era una grossa novità: il glorioso telescopio Merz di 218 mm era andato in pensione. Proprio la prima memoria su Marte aveva convinto il governo italiano, all'interno del quale Schiaparelli vantava amici e estimatori, a finanziare l'acquisto di un nuovo strumento, un Merz-Repsold di 488 mm di diametro che per un anno detenne il primato dello strumento più grande del mondo, superato nel 1887 da quello di Nizza e poi da quello del Lick Observatory in California.

La memoria con i risultati delle osservazioni fu pubblicata nel 1897 e corredata solo della mappa dell'emisfero boreale e da vari disegni di particolari.

Anche l'opposizione della primavera-estate del 1888 non presentò Marte nelle migliori condizioni: il pianeta era molto basso sull'orizzonte. Inoltre dal momento che le condizioni atmosferiche del periodo impedivano di ottenere buone immagini telescopiche a notte inoltrata, le ore di osservazione furono molto poche. Solo in due serate Schiaparelli poté 'utilizzare tutta la forza' del nuovo strumento. La memoria riguardante l'opposizione apparve nel 1899: essa è corredata dai disegni dei due emisferi e di vari particolari.

Furono ancora osservati i canali, ma la cosa più interessante che capitò durante questa opposizione fu l'osservazione da parte di H. Perrotin a Nizza e di Schiaparelli della scomparsa del 'continente' marziano (grande quanto la Francia) chiamato da Schiaparelli *Lybia*, come se inondato da acqua e quasi completamente ricoperto. Ma Asaph Hall a Washington non era riuscito a vedere i canali; al Lick Observatory, invece, avevano visti i canali, ma non i cambiamenti del 'continente' *Lybia*.

Cominciava a prendere corpo un forte partito di 'anticanalisti' che, nel tempo, divenne sempre più agguerrito: esso ormai annoverava tra i suoi militanti anche R. A. Proctor, l'autore della mappa di Marte del 1867, il quale sosteneva la tesi della diffrazione per spiegare i canali. William H. Pickering, invece, dalla constatazione che Perrotin aveva disegnato un 'canale' che attraversava un 'oceano', concludeva che se l'osservazione era corretta o i 'canali' non erano canali o gli 'oceani' non erano oceani; e avanzò l'ipotesi che le 'strisce' fossero dovute a differenze di vegetazione; Edward Walter Maunder suggerì l'idea che i canali fossero illusioni ottiche.

L'opposizione del giugno 1890 fu l'ultima della quale Schiaparelli enunciò i risultati in una memoria pubblicata venti anni più tardi, pochi mesi prima della sua morte. La memoria è corredata da una mappa del pianeta, dalla mappa dell'emisfero boreale e da vari disegni di particolari del pianeta.

Anche questa opposizione non fu molto favorevole all'osservazione in quanto il pianeta era troppo basso sull'orizzonte. Questo limite fu comunque compensato dalla tranquillità dell'atmosfera e dal grande diametro del disco del pianeta.

11. *Le ultime osservazioni pubblicate da Schiaparelli*

Con l'opposizione del 1890 Schiaparelli chiuse il ciclo delle osservazioni sul pianeta iniziato nel 1877 e condensato nelle sette voluminose memorie pubblicate negli *Atti della R. Accademia dei Lincei*.

Cosa emergeva da questo imponente lavoro? In estrema sintesi potremmo dire i canali e le geminazioni, descritti nelle prime tre memorie relative alle tre opposizioni del 1877-78, del 1879-80 e del 1881-82. Dalla quarta memoria, in poi, è Schiaparelli stesso ad affermare che nulla o ben poco si trovò di nuovo.

La situazione dopo il 1890 si presentava piuttosto ingarbugliata. Alcuni astronomi non erano riusciti ad osservare né i canali né le geminazioni, altri avevano osservato i canali e non le geminazioni, altri ancora pensavano che fosse impossibile osservare da Terra gli uni e le altre, altri invece li avevano osservati e descritti: per questi ultimi il problema era quello di interpretarne il significato.

Schiaparelli agli inizi degli anni Novanta era fedele al suo credo metodologico esposto ancora nella memoria riguardante l'opposizione del 1879-80: canali e geminazioni sono elementi fattuali, ma è prematuro avanzare delle congetture sulla loro natura.

Per altri studiosi, invece, la fase dell'interpretazione era ormai ad uno stadio molto avanzato: il più importante avvenimento in questa direzione fu la pubblicazione, nel 1892, da parte di Flammarion, del libro *La planète Mars et ses conditions d'habitabilité*.

Flammarion era un convinto assertore dell'esistenza dei canali, delle geminazioni e dell'esistenza sul pianeta di esseri intelligenti. Il suo stile era molto colorito e fantasioso e le sue speculazioni erano considerate ardite da molti astronomi; lo stesso Schiaparelli era molto cauto verso le affermazioni di Flammarion, sebbene l'astronomo francese fosse un acceso estimatore di Schiaparelli, del quale esaltava la qualità e la precisione delle osservazioni.

L'interesse sempre più crescente per il pianeta Marte, che sembrava nascondere un esaltante segreto destinato a essere svelato in tempi brevi, stimolò la corsa all'osservazione del pianeta, favorita dalle ottime caratteristiche dell'opposizione del 1892, se osservata dall'emisfero Sud. Nel periodo 1892-93 furono pubblicati un centinaio di articoli che spaziavano dalle conferme dei canali e delle geminazioni di Schiaparelli fino alle più ardite interpretazioni; ma incominciava a moltiplicarsi anche il numero di coloro che sostenevano che canali e geminazioni fossero illusione ottica.

Schiaparelli, come abbiamo detto, dopo il 1890 osservò ancora il pianeta ma non fece disegni a causa del deteriorarsi della vista all'occhio sinistro col quale osservava e decise di non pubblicare più le sue osservazioni.

Ciononostante l'articolo più letto nel periodo fu quello che l'astronomo milanese pubblicò nel 1893 sulla rivista *Natura ed Arte*, tradotto in inglese e perfino in russo. Vale la pena di ripercorrere il filo del ragionamento di Schiaparelli.

12. *Il puzzle marziano ricomposto*

Nella prima parte dell'articolo Schiaparelli dà informazioni sui miti e leggende che aleggiavano intorno al pianeta, rosso simbolo del dio della guerra, fin dall'antichità. In questa parte l'astronomo milanese fa sfoggio della sua cultura classica, passando dai miti greci al *Somnium Scipionis* di Cicerone fino a Fontenelle, Voltaire, Poe. Caratteristica comune a quasi tutti gli scritti riguardanti il pianeta è quella di essere o una pura immaginazione poetica o scherzi di ingegno. Ma da questi pur immaginifici scritti scaturisce l'idea che la vita riempia l'Universo e che ad essa vada associata l'intelligenza. E come abbondano gli esseri inferiori a noi, così possono in altre condizioni esistere di immensamente più dotati e capaci.

Nei tempi moderni Flammarion aveva tentato di sottrarre il tema della pluralità dei mondi abitati da esseri intelligenti alla fantasia dei poeti e di circondare l'ipotesi della pluralità dei mondi di tutto l'apparato scientifico attualmente a disposizione.

Fino ad ora, prosegue Schiaparelli, sono stati esclusi come possibili custodi di forme di vita intelligenti la Luna e tutti i pianeti del Sistema Solare ad eccezione del pianeta Marte, che negli ultimi tempi ha dato luogo a grandi speranze di poter individuare vita intelligente extra-terrestre. Ed è per questo che egli si accinge a descrivere, in maniera sistematica, ma sintetica, tutti i risultati certi acquisiti nell'osservazione del pianeta e le loro possibili interpretazioni, a partire dalla prima descrizione organica della superficie del pianeta di J. H. Maedler nel 1830. Seguirono gli ulteriori progressi intorno al 1860 con i lavori di A. Secchi, William R. Dawes, G. Kaiser e J. N. Lockyer. Secondo Schiaparelli sia dalle osservazioni antiche che da quelle più moderne è possibile trarre la convinzione che la disposizione delle strutture scure che si notano sul pianeta cambia di poco nei suoi tratti principali, così come la distribuzione dei mari e delle terre asciutte sulla Terra.

La stabilità nelle forme generali è accompagnata da una forte variabilità dei particolari: il che suggerisce un sistema grandioso di processi naturali, che conferisce allo studio di Marte un interesse molto più grande di quello che deriverebbe dal semplice studio topografico di una superficie inerte ed immutabile come quella della Luna.

Schiaparelli passa poi alla descrizione di alcune caratteristiche del pianeta, opportunamente selezionate, al fine di poggiare su di esse la sua interpretazione. Parte dalla descrizione delle calotte polari coperte da nevi e da ghiacci: esse si accrescono col sopravvenire dell'inverno e diminuiscono in estate. L'analogia con i cicli terrestri è completa, sebbene le stagioni marziane durino quasi il doppio di quelle terrestri a causa del periodo di rivoluzione di Marte intorno al Sole, quasi doppio di quello terrestre.

La presenza intermittente di neve e ghiaccio ai poli marziani indica che il pianeta è circondato da un'atmosfera in grado di determinare movimenti di vapor acqueo da un luogo all'altro.

Il vapor acqueo nell'atmosfera marziana è il primo assunto dal quale prende le mosse il ragionamento dell'astronomo milanese. I passi successivi sono conseguenze logiche di questo primo passo. Per questo Schiaparelli, per affermare la presenza di acqua su Marte, non si affida solo all'analogia con la Terra, ma si basa anche sull'indagine spettroscopica di W. Huggins e Hermann Carl Vogel che avevano confermato la presenza di acqua. Purtroppo per Schiaparelli il primo passo del ragionamento è sbagliato, come dimostrerà nel 1894 William Wallace Campbell che, con misure spettroscopiche, non fu in grado di individuare acqua sul pianeta e scoprì l'errore che avevano commesso W. Huggins e H. C. Vogel i quali affermavano di averla rilevata sotto forma di vapore (in effetti quello individuato apparteneva all'atmosfera terrestre).

Sia Schiaparelli che altri non diedero, all'inizio, molto peso all'osservazione di Campbell; e quando essa cominciò a mettere in discussione l'intero castello delle conoscenze su Marte, Schiaparelli era troppo vecchio per riformulare le sue ipotesi sulla base delle nuove evidenze. Ma torniamo all'articolo.

Dopo aver descritto le calotte, Schiaparelli passa alla descrizione delle altre parti del pianeta. Esso è costituito in gran parte da un grande mare che si insinua in un dedalo di terre emerse che vengono chiamate 'continenti'; essi sono solcati per ogni verso da una rete di numerose linee sottili il cui aspetto è molto variabile: sono i famosi canali.

Schiaparelli è molto deciso nel sottolineare che i canali, così come le calotte polari, non sono delle nuove entità osservative da lui scoperte, ma sono la conseguenza di osservazioni e inferenze logiche fatte anche da altri.

I canali, in origine, sono stati determinati dalle condizioni geologiche del pianeta: essi costituiscono un vero sistema idrografico. Quando le nevi polari si sciolgono essi diventano più larghi: le loro dimensioni seguono il ciclo stagionale delle nevi.

Il fenomeno più sorprendente è quello delle geminazioni: esso sembra prodursi nel periodo che precede e in quello che segue le inondazioni determinate dallo scioglimento delle nevi nell'emisfero boreale. Le geminazioni sono un fenomeno che si verifica realmente sulla superficie del pianeta; anche altri osservatori l'hanno notato.

Le geminazioni sono fenomeni così regolari, continua Schiaparelli, che alcuni studiosi li hanno attribuiti all'opera di esseri intelligenti che abitano il pianeta. Lui si astiene dal prendere posizione rispetto a questa ipotesi, ma non esclude che sia quella giusta. Essa potrebbe spiegare la grande variabilità dell'aspetto delle geminazioni da una stagione all'altra dovuta, ad esempio, ad estesi lavori di coltivazione e di irrigazione. E sarebbe possibile anche immaginare l'alternarsi di differenti vegetazioni su vaste aree o la generazione di numerosissimi piccoli animali.

Perché l'articolo di Schiaparelli destò tanto interesse? Perché per la prima volta venivano presi in considerazione tutti gli elementi del *puzzle* Marte e si tentava una loro sistemazione. L'articolo presenta una notevole logica interna, un uso rigoroso dell'evidenza

osservativa disponibile prima del 1877 e di quella raccolta dopo dai più importanti osservatori e, infine, un eccitante sotto tema: la vita su Marte.

13. *In groppa all'Ippogrifo*

L'occasione per nuove controversie fu offerta dall'opposizione del 1894.

Come abbiamo detto, nel 1894 W. W. Campbell osservò Marte con uno spettroscopio collegato al rifrattore del Lick Observatory e non fu in grado di cogliere nessuna traccia di vapor acqueo nell'atmosfera marziana: improvvisamente i laghi, i canali, gli oceani, le tempeste di neve, le inondazioni, gli abitanti svanivano. La cosa sembrava talmente inverosimile che Campbell fu preso pesantemente in giro.

Nello stesso anno E. W. Maunder che, precedentemente, durante un'osservazione di macchie solari invisibili separatamente, aveva constatato che, viste insieme, si presentavano come una linea, fece esperimenti con punti disegnati su un foglio di carta. Egli dimostrò che un insieme di punti, irregolarmente disposti lungo una linea, con una distanza tra i vari punti pari a tre volte il diametro di un punto, era visto come una linea retta. Dal momento che i canali disegnati da Schiaparelli e da altri giacciono al di sotto di questi limiti egli suggerì che i canali, le geminazioni e altri cambiamenti osservati fossero illusori.

Ma nessuno volle far caso alle evidenze contro i canali prospettate da Campbell e da Maunder.

Invece fece grande scalpore la discesa in campo a favore dei canali di Schiaparelli di Percival Lowell. Nel 1893, dopo una brillante carriera diplomatica, egli si era dedicato completamente all'osservazione di Marte. P. Lowell fece costruire a sue spese un nuovo osservatorio astronomico a Flagstaff in Arizona con lo scopo di investigare le possibilità di vita su altri mondi.

Lowell incontrò Schiaparelli, "*cher Maître Martien*", a Milano durante il suo viaggio in Europa del 1895-96 e certamente parlarono dell'articolo "La vita sul pianeta Marte" che Schiaparelli aveva scritto per *Natura ed Arte* nel 1895.

Nell'articolo, ripubblicato in questo volume, Schiaparelli delinea un quadro unitario delle osservazioni e delle ipotesi intorno a Marte.

I canali, secondo l'astronomo milanese, costituiscono il sistema di irrigazione di Marte. Quello che noi osserviamo da Terra non sono i canali veri e propri ma la vegetazione che cresce per effetto dell'acqua proveniente dai poli e portata dai canali. A proposito delle geminazioni non rifiuta l'idea che esse siano dovute a esseri intelligenti.

Lo scenario potrebbe essere il seguente: ingegneri marziani hanno costruito dighe a vari livelli lungo i pendii di profonde valli attraversate da corsi d'acqua. Quando cominciano le inondazioni primaverili il Ministro dell'Agricoltura ordina l'apertura delle chiuse più elevate e riempie di acqua i canali superiori. L'acqua fluisce in due zone laterali più basse; in queste zone la valle cambia colore, e gli astronomi terrestri percepiscono una geminazione. Gradualmente l'acqua raggiunge le parti più basse della valle, fertilizzandole e producendo la comparsa di vegetazione che percepiamo come un singolo canale.

Secondo Schiaparelli sul pianeta deve esistere un ordinamento sociale adeguato a un sistema così complesso dal punto di vista tecnologico. Quello che secondo lui meglio si presta a una gestione non conflittuale delle risorse idriche è il socialismo collettivista. Ogni valle del pianeta costituirebbe un gigantesco falansterio, il fantasioso edificio immaginato dal socialista utopista Charles Fourier. Varrebbe la pena, afferma Schiaparelli, di indagare se ogni valle costituisca uno stato indipendente, all'interno di un sistema di federazioni, oppure sia una monarchia che gestisce con illuminata sapienza la distribuzione delle acque.

Il funzionamento di un sistema così complesso presuppone, infine, che la Matematica, la Fisica, l'Idraulica, la Scienza delle Costruzioni abbiano raggiunto, su Marte, un alto livello di sviluppo.

Ma a questo punto Schiaparelli si rende conto che ha abbondantemente infranto il confine tra 'fatti' e 'opinioni', e questa è una trasgressione per lui inaccettabile: decide perciò di scendere dall'Ippogrifo, invitando comunque il lettore a continuare la metaforica volata, se ne ha voglia.

L'articolo del 1895 costituisce il più anticonvenzionale degli scritti di Schiaparelli, sebbene non venga mai meno il rigore della ricostruzione, basata su un'attenta valutazione delle evidenze disponibili. Tuttavia in nessun altro scritto Schiaparelli si lanciò in considerazioni così ardite anche in campo sociale e politico, dove peraltro lui era stato sempre molto cauto.

Non a caso il commento che scrisse di suo pugno sull'esemplare che viene ristampato fu: *Semel in anno licet insanire* che Flammarion, scherzosamente, tradusse: "È permesso dire sciocchezze due volte all'anno."

14. I canali si dissolvono in punti

Le discussioni succedutesi all'opposizione del 1894 rafforzarono, complessivamente, le tesi di quanti sostenevano la possibilità della vita su Marte. L'ingresso in campo di Lowell ebbe certamente il suo peso, ma, a parte qualche voce isolata, i canali erano accettati come un dato osservativo, sebbene fossero grandi le divergenze sulla loro interpretazione.

Ma in quegli anni i risultati di W. W. Campbell e E. W. Maunder cominciavano a essere presi in considerazione ed essi mettevano in serio pericolo tutto l'apparato logico delle inferenze marziane. Se, come Campbell affermava, sul pianeta non c'è acqua, allora i 'mari' non sono mari, i 'canali' non sono canali e la vita non c'è.

Vincenzo Cerulli e Eugène Michael Antoniadi portarono alle estreme conseguenze la posizione di Maunder. Cerulli partiva da una semplice constatazione: Marte al telescopio è paragonabile alla Luna a occhio nudo. Allora il problema è se noi saremmo in grado di conoscere qualcosa della topografia lunare senza usare telescopi. Sulla Luna a occhio nudo noi non vediamo altro che macchie e strisce dalle quali è impossibile trarre alcuna ipotesi sulla natura fisica del nostro satellite. Inoltre il nostro occhio tende a raggruppare gli elementi nascosti nelle macchie in modo variabile a seconda della fase lunare e quindi è portato a scoprire variabilità che in realtà non esistono: esse dipendono unicamente dalle condizioni di illuminamento da parte del Sole. Per quel che riguarda Marte, i canali sono linee di ombra lungo sottili regioni disseminate di deboli macchie scure. Dichiarò poi che il 4 gennaio 1897 ha visto che il canale *Lete* è costituito da un complesso e indecifrabile sistema di piccolissimi punti distinti. Nota infine che se i canali fossero veri essi dovrebbero vedersi meglio quanto più il pianeta è vicino alla Terra e quando essi sono al centro del disco planetario piuttosto che ai bordi; ma questo non si verifica.

In definitiva, secondo Cerulli, è l'occhio che si fabbrica da sé i canali utilizzando elementi che si trovano ancora confusi nell'immagine del pianeta. È un'interpretazione dei canali non dissimile da quella che aveva dato Maunder. Come detto precedentemente Maunder aveva fatto un semplice esperimento: aveva disegnato su dischi macchie simili a quelle di Marte e aveva disseminato le aree chiare di ombre e punti grossolanamente allineati. I dischi furono mostrati a una certa distanza a un gruppo di ragazzi di Greenwich compresi tra i 12 e i 14 anni che furono invitati a ricopiarli. L'esperienza fu risolutiva: a una certa distanza i ragazzi trasformavano i chiaroscuri in 'canali' lineari rettilinei e trac-

ciavano disegni che sembravano osservazioni di Marte fatte al telescopio. Addirittura uno di essi disegnò una geminazione e tracciò un canale in un'area totalmente bianca. L'esperienza fu ripetuta dall'astronomo americano Simon Newcomb su un gruppo di astronomi e il risultato fu identico.

Le osservazioni più decisive furono, però, quelle di E. M. Antoniadi che, all'inizio dell'opposizione del 1909 si trovava all'Osservatorio di C. Flammarion a Juvisy, non lontano da Meudon. Egli lavorava con un rifrattore di 24 cm d'apertura col quale aveva osservato a partire dal 1894, disegnando linee sottili semplici e doppie che somigliavano molto ai planisferi disegnati da P. Lowell.

Quando però, durante l'opposizione, fu montato a Meudon il nuovo rifrattore di 83 cm Antoniadi scoprì un mondo completamente diverso da quello che aveva disegnato fino ad allora.

Per varie settimane Marte mostrò ad Antoniadi la sua geografia dettagliata e varia, ricca di sfumature. Quando però la distanza del pianeta dalla Terra, dopo l'opposizione, cominciò a crescere allora Antoniadi vedeva linee diritte laddove c'erano dettagli e sfumature.

Antoniadi, quindi, dava la dimostrazione che con telescopi come quelli di Schiaparelli (al massimo 488 mm) o come quelli di P. Lowell (che riduceva a 38 cm il diametro del suo obiettivo per avere immagini più ferme), non si potevano risolvere le linee in punti distinti. La teoria di V. Cerulli dava poi la spiegazione fisiologica come da punti indistinti era possibile ricostruire linee, canali, geminazioni etc.

Una dimostrazione completamente diversa dell'inesistenza di vapor acqueo sul pianeta fu data dal fisico G. Johnstone Stoney; nel 1897 egli affrontò il problema dell'atmosfera di Marte esaminando quali gas potevano essere trattiene dalla debole attrazione del pianeta. Egli giunse alla conclusione che il vapor acqueo marziano doveva essersi disperso da tempo nello spazio. Per l'assenza di acqua non c'era vegetazione e, in mancanza di piante verdi, non ci può essere ossigeno. L'atmosfera marziana era quindi costituita solo da gas pesanti come l'azoto, l'argon e l'anidride carbonica. A temperatura molto bassa l'anidride carbonica solidificava in masse bianche che si vedevano ai poli del pianeta.

Al quadro unitario delineato da Schiaparelli nel suo articolo del 1893 ormai se ne contrapponeva un altro. Le calotte polari sono costituite da anidride carbonica allo stato solido; le linee prima interpretate come canali, osservate con strumenti più potenti, vengono risolte in punti scuri disposti, piuttosto casualmente, lungo strette regioni luminose; le geminazioni si producono quando queste regioni sono tanto ampie da costringere l'occhio a condurre due linee invece di una.

Se non c'è acqua non può esserci vita; i canali, se ci sono, sono naturali, e qualcuno probabilmente c'è; i marziani non hanno ragione di esistere.

15. *La strenua difesa*

E Schiaparelli? Non accettò mai queste conclusioni che mettevano in discussione una costruzione che aveva faticosamente elaborato negli ultimi trenta anni della sua esistenza, senza preoccuparsi che su temi così scabrosi avrebbe messo a repentaglio la stima della quale godeva nella comunità astronomica internazionale.

Era disposto a mettere in discussione l'artificialità dei canali, la possibilità della vita, la natura dei canali, anche ammettendo che potevano essere dovuti all'azione di forze fisico-chimiche e, in certi periodi, alla diffusione di formazioni organiche estese, simili alla vegetazione delle steppe sulla Terra: non accettava però che venisse messa in discussione, addirittura, l'esistenza stessa delle linee.

Nell'articolo "Il pianeta Marte" pubblicato nel dicembre 1909 su *Natura ed Arte* Schiaparelli ribadisce punto per punto le sue posizioni sul pianeta.

Fu una difesa puntigliosa di argomentazioni che egli considerava scientifiche a tutti gli effetti. Come tali esse erano soggette a controllo e revisione: "lo studio di tutti questi enigmi è appena cominciato; nulla ancora vi ha di certo sui principî a cui si dovrà appoggiare una razionale interpretazione dei medesimi". Ma non potevano essere liquidate senza articolata argomentazione.

Era una difesa, inoltre, della sua storia personale: ma non ne aveva bisogno. La comunità astronomica lo aveva già annoverato tra i più grandi astronomi di tutti i tempi come fondatore della planetologia.

16. *Il contesto della scoperta*

Abbiamo visto che l'intento fondamentale di Schiaparelli fu quello di procedere alla descrizione di Marte non per mezzo di emisferi o di disegni fatti a misura d'occhio, ma in accordo a metodi e principi geometrici, in analogia a quello che si fa sulla Terra quando se ne vuole descrivere la topografia.

Intraprendere studi topografici di un pianeta lontano fu, comunque, per Schiaparelli un atto di coraggio intellettuale.

Per un astronomo, all'epoca, era considerata scientificamente corretta solo la descrizione del movimento dei pianeti del Sistema Solare, dei loro satelliti, delle comete, sotto l'azione gravitazionale reciproca esercitata dal Sole e dagli altri pianeti. Era il programma newtoniano-laplaciano che, con la pubblicazione, nel 1687, dei *Principia Mathematica* di Newton, e, nel 1799-1802, dei primi tre volumi della *Mécanique Céleste* di Laplace, aveva costituito il punto di vista intorno al quale si erano organizzate le indagini scientifiche sulla natura per due secoli.

Nel contesto delle discipline astronomiche l'indagine fisica della superficie di un pianeta e dei suoi cambiamenti nel tempo era considerata non degna di attenzione. Secchi che, addirittura, usciva dall'ambito del Sistema Solare per studiare le stelle con lo spettroscopio al fine di individuare la natura delle sostanze delle quali erano composte, veniva considerato un 'fisico', e non era certo per fargli un complimento.

Alla fine del diciottesimo secolo e all'inizio di quello successivo aveva preso corpo, grazie a F. W. Herschel, lo scopritore nel 1781 del pianeta Urano, un punto di vista alternativo a quello newtoniano-laplaciano: esso si basava sull'osservazione diretta degli astri, guidata dal ragionamento, per ricavarne una rappresentazione. L'obiettivo era quello di indurre da ciò che poteva essere osservato sulla sfera celeste la sua evoluzione nel tempo e nello spazio. In base al punto di vista herscheliano compito dell'astronomo era quello di ricostruire i cieli da quello che si vede sulla volta celeste, invece che dedurlo dalle leggi della gravitazione universale, come avveniva per il punto di vista newtoniano-laplaciano.

Il lavoro dell'astronomo veniva assimilato a quello del paleontologo: così come quest'ultimo cerca di ricostruire le specie animali scomparse e la loro evoluzione a partire dai frammenti fossili, così l'astronomo cerca di ricostruire la costituzione e l'evoluzione degli astri a partire da quello che si vede sulla volta celeste. Occorre dire che nel corso dell'Ottocento, però, il punto di vista herscheliano non riuscì ad imporsi: esso si sviluppò solo in seguito, con l'introduzione di nuovi strumenti e nuove tecnologie di osservazione, quali la fotometria, la spettroscopia, la fotografia.

Il punto di vista newtoniano-laplaciano aveva mostrato, nel corso dell'Ottocento, grandi difficoltà a dar conto dei nuovi fenomeni elettrici e magnetici che si venivano scoprendo. Ma in astronomia era ancora un programma di forte attrazione, rafforzata, tra

l'altro, dalla scoperta del pianeta Nettuno. La sua esistenza era stata prevista, col calcolo, e in modo indipendente, da John Couch Adams e Urbain Jean Joseph Leverrier. Nettuno era poi stato individuato, nel 1846, sulla base delle indicazioni di Leverrier, da Johann Gottfried Galle. Probabilmente un elemento di casualità giocò nella fruttuosa ricerca, come qualcuno ha supposto successivamente; ma gli astronomi dell'epoca erano convinti della capacità predittiva della Meccanica Celeste.

Al programma newtoniano-laplaciano Schiaparelli si era, parzialmente, ispirato nei primi venti anni della sua attività, acquistando fama internazionale.

A partire dal 1877 Schiaparelli mostrò uno spiccato interesse per la costituzione fisica di Marte. In questo era in sintonia con gli studi spettroscopici delle stelle e del Sole di A. Secchi. Ognuno dei due studiosi aveva l'altro in gran stima, testimoniata dalla fitta corrispondenza che intercorse tra di loro.

Schiaparelli, comunque, non ruppe con la tradizione osservativa del suo secolo, in quanto eseguì studi e rilevò dati tipici dell'Astronomia posizionale; e continuò a farlo anche dopo il 1877, quando iniziarono i suoi studi su Marte.

Egli però fu il primo astronomo che eseguì osservazioni miranti a studiare la natura fisica dei pianeti del Sistema Solare, seguendo un metodo rigoroso e basandosi, per l'interpretazione dei dati rilevati, sulle Scienze della terra: Geodesia, Geofisica, Meteorologia. Un metodo che gli astronomi ortodossi consideravano estraneo alla tradizione di ricerca della loro disciplina.

17. La formazione culturale e scientifica di Schiaparelli

Qual'era il contesto culturale e scientifico che stimolò Schiaparelli a intraprendere studi sul pianeta Marte?

È possibile individuare tre aree di interesse:

1) Schiaparelli era fortemente attratto dalle Scienze della Terra. Geodesia, Meteorologia, Mineralogia erano coltivate, con continuità e in profondità, dall'astronomo milanese;

2) Schiaparelli, come molti altri scienziati della sua epoca, considerava possibile l'esistenza di vita intelligente nell'Universo: era per l'astronomo un'esaltante sfida quella di poter individuare evidenze osservative favorevoli a un'ipotesi così esaltante;

3) Schiaparelli era un meticoloso osservatore e raccoglitore di dati: egli era fortemente convinto che fosse possibile ricavare regolarità e leggi dei fenomeni naturali da una loro opportuna analisi.

Prenderò in considerazione, nell'ordine, questi tre elementi nei paragrafi successivi.

17.1. Schiaparelli e le Scienze della Terra

Nel periodo di studio passato a Berlino tra il 1857 e il 1859 Schiaparelli aveva seguito corsi di Astronomia teorica, Meteorologia, Magnetismo Terrestre, Calorico Raggiante, Storia della Fisica, Logica ed Enciclopedia delle Scienze Filosofiche, Geografia Antica, Geografia Moderna.

Da una lettura del fitto diario che tenne in quegli anni si può constatare l'interesse che egli mostrò per i corsi di Meteorologia e di Geografia. Esso non si esaurì con la fine dei suoi studi, ma costituì un settore di ricerca che fu coltivato con continuità nel corso della sua attività di astronomo.

Nei suoi scritti su Marte ci si rende conto dell'importanza che le sue nozioni di Meteorologia hanno avuto nelle ipotesi da lui avanzate nella spiegazione dei fenomeni osservati.

Nella prima memoria pubblicata negli *Atti della R. Accademia dei Lincei* Schiaparelli sottolinea l'importanza che lo studio accurato della superficie di Marte ha non solo per la storia delle formazioni planetarie, ma anche per la Geologia terrestre. La Luna è un corpo troppo diverso dalla Terra per poter ricavare informazioni utili sul nostro pianeta; lo studio del pianeta rosso è invece molto più promettente. Quintino Sella, politico, mineralogista, fondatore del Club Alpino Italiano, in una lettera scritta a Schiaparelli, gli riconosceva il merito di aver aperto, con i suoi studi marziani, un campo amplissimo alle investigazioni dei geologi.

Anche la Meteorologia terrestre potrà molto avvantaggiarsi dallo studio di quella marziana. Secondo Schiaparelli sulle nevi polari di Marte si fanno molte più cose di quelle che si fanno intorno a quelle terrestri. E, sebbene il sistema meteorologico generale del pianeta sia diverso da quello terrestre, non c'è dubbio che potendo osservare Marte in un sol colpo d'occhio, esso potrà dare informazioni che sulla Terra richiedono il concorso di molti uomini e di complessi sistemi telegrafici.

Marte è, infatti, secondo l'astronomo, una piccola Terra con mari, atmosfera, nuvole, venti, e ghiacci polari: un buon telescopio utile all'osservazione di Marte sarebbe meno costoso di una rete di osservatori meteorologici terrestri e ci darebbe informazioni addirittura più complete.

17.2. Schiaparelli e il problema della vita extra-terrestre

A partire dalla fine del Medio Evo si era andata diffondendo sempre più l'idea che non ci fosse ragione perché forme di vita intelligente fossero presenti solo sulla Terra. Fece sensazione, nel 1686, la pubblicazione del libro di Bernard le Bovier de Fontenelle *Entretiens sur la pluralité des mondes*. Presentato nella forma di sei dialoghi tra un filosofo e un'affascinante marchesa, ebbe immediatamente un inatteso successo e fu tradotto in una decina di lingue, sebbene fosse ancora inserito nell'Indice dei Libri proibiti dalla Chiesa Cattolica nel 1900.

Basandosi sulla Cosmologia cartesiana dei vortici e sulla enorme messe di dati osservativi forniti dal telescopio a partire dal *Sidereus Nuncius* di Galileo Galilei, Fontenelle, copernicano convinto, miscelando scienza e fantascienza, parlava degli abitanti di Giove o di Venere, piuttosto che di quelli di Mercurio o Saturno. Anche la Luna e le Comete erano abitate, ma non il Sole e le Stelle.

Il libro di Fontenelle costituì il punto di partenza per considerazioni sempre più scientifiche sul problema dell'abitabilità degli altri mondi, sebbene l'argomento si prestasse, e si presta tuttora, a miscele più o meno equilibrate di scienza e fantascienza. Caso tipico di commistione è quello di F. W. Herschel, lo scopritore del pianeta Urano, il quale sosteneva che esseri viventi abitassero sulla Luna, sul Sole, sui pianeti (Marte compreso) e sui loro satelliti. L'autorevolezza di Herschel come astronomo e come costruttore di strumenti astronomici era indiscussa e legittimava anche le sue speculazioni sulla vita al di fuori della Terra.

Come ho detto precedentemente, inoltre, Herschel fu l'ispiratore di un programma di ricerca di 'costruzione dei cieli' che poté svilupparsi solo verso la fine dell'Ottocento. L'indagine sulla costituzione fisica dei corpi celesti era una delle direzioni lungo la quale poteva svilupparsi il programma herscheliano ed è documentabile quanto esso abbia influenzato le ricerche di Schiaparelli sia su Marte che sulla struttura della Via Lattea.

Ma Herschel non costituiva un'eccezione. Anche Laplace, ispiratore del programma di ricerca che caratterizzò gli studi astronomici almeno fino alla metà dell'Ottocento, sosteneva l'esistenza di esseri viventi nell'immenso Universo e, comunque, esaltava le doti di

perspicacia del genere umano che, mediante studi astronomici, e senza far ricorso all'aiuto di esseri superiori, era stato capace di comprendere e spiegare l'Universo.

Altri importanti astronomi come Olbers, Littrow, Gauss accettavano l'esistenza della vita al di fuori della Terra.

In tale contesto le speculazioni di Schiaparelli riguardo alla vita sul pianeta Marte facevano parte dell'orizzonte culturale e scientifico della grande maggioranza degli astronomi dell'Ottocento: metodologicamente egli le fa discendere dal fatto che da Copernico e Galileo in poi la Terra non occupa più una posizione privilegiata nell'Universo. Per analogia, allora, si deve supporre che astri della stessa specie abbiano le stesse proprietà comuni, tra cui anche quella della vita.

Fu peculiare di Schiaparelli il modo nel quale egli riuscì a dare un quadro unitario dell'evidenza osservativa favorevole all'idea che la vita fosse possibile anche al di fuori della Terra.

17.3. *Il piacere della ricostruzione razionale*

Schiaparelli scrisse vari articoli riguardanti la possibilità di ricavare delle leggi generali da un insieme di dati empirici. Alcuni di questi articoli sono metodologici, come quello riguardante i modi di ricavare la vera espressione delle leggi della natura dalle curve empiriche.

Altri invece entrano nel merito di alcuni argomenti: ad esempio nell'Osservatorio Astronomico di Brera era stata accumulata, tra il 1836 e il 1873, una gran mole di dati sul magnetismo terrestre. Schiaparelli analizzò questi dati e ne ricavò una regolarità: la correlazione tra il periodo undecennale delle variazioni diurne del magnetismo terrestre in relazione alla frequenza delle macchie solari.

Analizzò, inoltre, i dati di trentacinque anni di osservazioni dell'umidità atmosferica nel clima di Milano; studiò la frequenza delle grandini in un medesimo luogo e in diverse epoche; analizzò trentotto anni di dati relativi al clima di Vigevano e così via.

Schiaparelli, dunque, amava cimentarsi in campi come quelli della Meteorologia o del Magnetismo terrestre, scienze poco formalizzate e mancanti di leggi in grado di inserire l'interpretazione dei dati osservativi in un contesto teorico.

Idee generali riguardanti l'andamento di fenomeni dei quali si possedevano molti dati osservativi potevano essere ricavate dall'analisi dei dati mediante un processo continuo di induzione, di formulazione di ipotesi, di ricostruzione dei dati sulla base dell'ipotesi, di riaggiustamento delle ipotesi e così via. È un metodo che, dal punto di vista epistemologico, si presta a fondate critiche, ma che permette di ottenere delle prime regole per orientarsi tra i dati di discipline che non hanno ancora acquisito una struttura logica stabile.

È un metodo che, con qualche variante, Schiaparelli applicò allo studio del pianeta Marte: la variante era dettata dal fatto che i dati sul pianeta erano disomogenei. Alcuni erano quantitativi come le posizioni, nel tempo, di una macchia nevosa del pianeta rispetto al reticolo dei meridiani e dei paralleli oppure le posizioni dei punti fondamentali. Altri invece erano qualitativi come la descrizione di regioni del pianeta, o come il colore.

Ricavare un quadro interpretativo unitario da dati così disomogenei richiede abilità del tutto particolari e dà luogo a rischi di errori. Ma provoca un grande piacere intellettuale nello scienziato che affronta un compito del genere: più i fatti sono strani o inattesi, più le prove debbono essere numerose e significative.

L'articolo "La vita sul pianeta Marte", ristampato in questo volume, mette in risalto sia l'abilità dell'autore nel connettere in un quadro unitario dati osservativi disomogenei

sia i rischi che egli era cosciente di correre avventurandosi a formulare ipotesi su un argomento così complesso e privo di interpretazioni plausibili.

18. Marte dal 1910 a oggi

Le opposizioni di Marte successive al 1909 furono seguite con sempre minore interesse dagli astronomi: in parte perché le conoscenze sul pianeta si erano ormai stabilizzate e in parte perché, a partire dagli anni Venti, e fino ai nostri giorni, prima l'Astrofisica stellare, e poi quella galattica ed extra-galattica, sono diventate i temi di ricerca più promettenti di nuovi risultati nello studio dei cieli.

Lo studio di Marte ha attirato di nuovo l'attenzione degli astronomi quando nel 1962 l'Unione Sovietica lanciò la sonda spaziale *Mars 1*, in occasione dell'opposizione del gennaio 1963. Seguirono poi i lanci di varie sonde spaziali da parte dei russi e degli americani. Le immagini fotografiche del pianeta provenienti dalle sonde provocarono grande sorpresa: la superficie appariva morta e costellata di crateri. Marte era più simile alla Luna di quanto non si sospettasse. L'atmosfera marziana era costituita da anidride carbonica che, ai poli, era allo stato solido, come Stoney aveva previsto oltre mezzo secolo prima.

Ma anche questa rappresentazione del pianeta doveva rapidamente cambiare a causa del miglioramento della strumentazione delle sonde. I dati inviati a Terra dalla sonda americana *Mariner 9*, lanciata nel novembre 1971, e che orbitò intorno al Marte a una distanza molto ravvicinata, dovevano ancora una volta suscitare grande sorpresa: sulla superficie del pianeta si notavano canali, che nulla avevano a che fare con quelli osservati da Schiaparelli e da altri, che davano l'impressione di fiumi in secca, impossibili comunque da osservare da Terra. Queste strutture e altri indizi suggerivano che l'acqua era una volta esistita sul pianeta e che su di esso c'era stato un periodo di cicli di cambiamenti climatici.

A partire dal 1975, con la missione *Viking*, i primi moduli spaziali in grado di inviare informazioni a Terra cominciarono ad 'atterrare' sul pianeta. Uno degli scopi delle missioni era quello di accertare la presenza di forme di vita, ancorché primitiva: nessuna evidenza favorevole risultò dall'esame dei dati inviati dai moduli.

Recentemente la ricerca della vita su Marte è ripresa e ad essa si sono appassionati scienziati, filosofi, curiosi delle cose della natura. La cronaca ci ha mostrato splendide immagini del pianeta provenienti dal *Mars Pathfinder*, 'atterrato' su Marte nel luglio 1997. Altre missioni sono previste fino al 2003. Ed è ancora cronaca recente (1996) la diffusione dei risultati delle analisi di un meteorite caduto sulla Terra nel 1984, probabilmente proveniente da Marte, che ha suscitato tra gli studiosi discussioni e polemiche riguardo alla possibile evidenza di fossili di vita sul pianeta.

Le attuali conoscenze scientifiche, tuttavia, non permettono di sapere se forme di vita siano mai esistite o esistano sul pianeta: ma siamo fiduciosi che la scienza possa dare risposte soddisfacenti a un quesito che il genere umano si è posto appena sono iniziate le speculazioni intorno al mondo che ci circonda.

G. V. SCHIAPARELLI, MEMORIA STORICA DELL'OSSERVATORIO DI BRERA: BREVE NOTA

di
Agnese Mandrino

Nel 1862 le autorità governative nominarono G. V. Schiaparelli direttore dell'Osservatorio di Brera, con il proposito di rilanciare, partendo da Milano, le sorti della scienza astronomica in Italia ad un anno dall'unità politica del paese.

A Brera non fu solo l'attività osservativa ad assorbire Schiaparelli; egli si interessò anche di Astronomia teorica, Geodesia, Matematica, Meteorologia, Storia della scienza, lasciando numerose pubblicazioni su tutti questi argomenti.

Meno noto, invece, è l'interesse che Schiaparelli dimostrò nei confronti del patrimonio storico di cui l'Osservatorio era custode.

La Specola di Brera, fondata nel 1764 dal padre gesuita Ruggero Giuseppe Boscovich, possedeva infatti una ricca biblioteca ed un prezioso archivio.

La biblioteca era sempre stata, per gli astronomi, un importante strumento di lavoro. Era fornita soprattutto di volumi di Astronomia, di Fisica, di Matematica, di Storia della scienza, ma non mancavano quelli di argomenti non strettamente scientifici, riflesso dei poliedrici interessi degli astronomi braidensi, i quali avevano un ruolo importante nella "società civile" dell'epoca.

La biblioteca non possedeva solo i volumi dati alle stampe successivamente alla fondazione della Specola; negli scaffali trovavano posto anche le opere di Regiomontano, Tolomeo, Copernico, Keplero, Galileo, Newton e di molti altri astronomi e scienziati, pubblicate dal XV al XVIII secolo. Non mancavano neppure numerosi atlanti terrestri e celesti, capolavori della tecnica incisoria.

L'archivio della Specola era la testimonianza diretta, in primo luogo, dell'attività scientifica dell'istituzione.

Lavorando, gli astronomi producevano carta: registri di osservazioni astronomiche, quaderni di schizzi topografici, fogli e fogli di calcoli ed appunti, minute di articoli scientifici, copie di passi dei libri che avevano consultato.

Gli astronomi avevano poi il dovere, stabilito nel *Piano* di padre Boscovich, di "mettersi in regolare carteggio" con gli altri astronomi d'Europa. Perciò l'archivio conservava migliaia di lettere: non solo le minute di quelle spedite, ma anche quelle inviate a Brera dai maggiori scienziati dell'epoca, ed ancora tutte le comunicazioni ufficiali trasmesse dagli uffici governativi per le questioni di ordinaria amministrazione, essendo diventata la Specola, dopo la soppressione della Compagnia di Gesù nel 1773, un'istituzione statale.

Infine, vivendo gli astronomi nella Specola, l'archivio era formato anche da documentazione di tipo privato, riflesso della loro vita quotidiana.

È soprattutto grazie all'opera attenta di Schiaparelli che l'intero patrimonio cartaceo della Specola (tra i più cospicui e completi di una istituzione scientifica europea) è giunto fino a noi.

Schiaparelli era uno storico appassionato: aveva sempre dimostrato interesse nello studio dell'Astronomia antica, araba, babilonese, biblica e dantesca. Aveva compreso l'importanza, per ricostruire in modo originale la storia del pensiero scientifico, di ricorrere alle fonti; molti suoi manoscritti, infatti, contengono lunghi elenchi tematici di fonti (soprattutto fonti a stampa) cui far riferimento nel caso si volesse compilare una qualche ricostruzione storica.

Chiamato a dirigere il maggiore e più prestigioso osservatorio italiano, quello di Brera, è naturale che Schiaparelli desiderasse conoscerne la storia.

Nulla di più ovvio, quindi, che pensare di far tesoro di una fonte storica di prima mano come l'archivio della Specola, il quale era a sua completa disposizione.

In una lucida relazione del 1875 al Ministero della Pubblica Istruzione, Schiaparelli parla della necessità di riordinare l'archivio dell'Osservatorio, mettendone in risalto la ricchezza documentaria e l'importanza del materiale conservato.

Fortunatamente l'archivio non era del tutto disordinato, anche se una serie archivistica importante, quella della *Corrispondenza Scientifica*, era solo parzialmente formata ed un'altra, quella dei *Fondi degli Astronomi*, non lo era quasi per nulla.

Proprio in questo ambito il lavoro archivistico dello Schiaparelli fu particolarmente prezioso.

Egli, infatti, provvide a riordinare quel materiale disomogeneo e molto disordinato, spesso accartocciato o malamente legato in fasci, ad altissimo rischio di dispersione proprio per la sua "sgradevolezza" e per la difficoltà ad interpretarlo, che ogni astronomo aveva lasciato a Brera alla sua morte e che non era confluito, per vari motivi, né tra la *Corrispondenza Scientifica* né tra le comunicazioni amministrative. Si trattava di incarti di calcoli, quaderni di osservazioni, appunti e note di ogni genere, lettere private o scientifiche, diari, note di spese, diplomi e riconoscimenti.

Schiaparelli ordinò tale materiale per argomento, intestando ad ogni astronomo un "fondo" personale e creando la serie archivistica oggi denominata *Fondi degli Astronomi*.

Anche le lettere di argomento scientifico, delle quali gli uffici governativi avevano più volte sollecitato l'inventariazione e la conservazione, non erano del tutto ordinate.

Schiaparelli provvide dunque a dare organicità all'intera corrispondenza degli astronomi, pur attuando un intervento archivistico oggi discutibile.

Egli riunì le lettere nella serie della *Corrispondenza Scientifica*, collocandole in ordine cronologico e proteggendo ogni originale con una "camicia" (un doppio foglio di carta) sulla quale annotò un registro del documento.

Si tratta di registri molto stringati, talvolta rivelatori più degli interessi scientifici ed umani dello Schiaparelli che dell'intero contenuto della lettera, ma indispensabili per un primo orientamento nella ricerca archivistica.

Schiaparelli fu il primo a beneficiare della propria attività di "preparatore" di fonti.

L'archivio ordinato, infatti, gli permise di concludere una precisa e curata ricostruzione delle vicende storiche della Specola, che, in varie forme, venne data alle stampe. L'archivio ordinato gli consentì anche di pubblicare, dando lustro all'istituzione che dirigeva, una parte del carteggio di padre Boscovich e di quello di Barnaba Oriani, illustri suoi predecessori.

Da vero bibliofilo, consapevole della rarità dei volumi da cui era formata, Schiaparelli non fece neppure mancare cure alla biblioteca della Specola, che considerava "uno degli strumenti più essenziali di ricerche e progresso".

Il suo amore per i libri era di antica data: basta osservare la meticolosa cura con la quale, in età giovanile, compila un "Catalogo dei libri della proprietà di G. V.

Schiaparelli”, ora conservato nell’archivio dell’Osservatorio. Studente a Berlino, non manca di segnalare opere antiche o importanti che vede presso le librerie antiquarie, oppure, per tutta la sua vita, di raccogliere i cataloghi librari.

Anche la biblioteca aveva bisogno di interventi e Schiaparelli, ancora una volta, si occupò del nucleo librario maggiormente esposto al rischio di perdite o danneggiamenti. Provvide, infatti, a far rilegare in volumi migliaia di opuscoli sciolti, pubblicati tra il XVI ed il XIX secolo, spesso rarissimi, preoccupandosi anche di stilare gli indici.

Fino a tempi recenti, gli indici di Schiaparelli sono stati la sola possibilità per la consultazione di tali opuscoli.

A proposito della biblioteca, Schiaparelli scrive di avere “atteso a procurarle tutte le nuove opere di maggior valore, che riguardano l’Astronomia e le scienze affini, ma pur delle antiche ed importanti per la Storia della scienza vado facendo incetta”. L’acquisizione forse più pregevole che Schiaparelli procurò alla biblioteca della Specola è il volume che raccoglie l’*Epitome* dell’*Almagesto* compilato da Georg Purbach e Johannes Müller detto Regiomontano (Venezia, 1496) e la rara edizione dell’*Almagesto* nella versione latina di Gherardo da Cremona (Venezia, 1515). Il volume, con annotazioni di mano cinquecentesca, reca le antiche ed illustri indicazioni di possesso di Philippus Apianus, Wilhelm Schikard e Johann Jakob Rabe; ultima quella di Schiaparelli, che recita: “*pro Specula Mediolanensi comparavi anno Domini 1892*”.

Non va dimenticato, poi, che l’autorevolezza scientifica e la fama di cui godeva resero Schiaparelli destinatario di migliaia di pubblicazioni, nelle più diverse vesti tipografiche, che scienziati, studiosi (anche di discipline non scientifiche) e semplici appassionati gli inviavano in segno di stima o per avere un illuminato parere. Tutte queste pubblicazioni contribuirono ad accrescere la biblioteca dell’Osservatorio.

Durante la sua permanenza a Brera, Schiaparelli si rese conto che la ricchezza della biblioteca e dell’archivio dell’Osservatorio superavano di molto quella solita di una “normale” istituzione scientifica.

Nel periodo della sua direzione riuscì abilmente a fondere professionalità scientifica, passione storica e sensibilità catalografica in modo tale da garantire la conservazione di un patrimonio storico-scientifico eccezionale. Alla sua morte, nel 1910, volle che anche la propria biblioteca privata, che comprendeva centinaia di volumi, andasse ad arricchire quella della Specola in cui aveva lavorato per quasi quarant’anni.

IL TELESCOPIO RIFRATTORE MERZ DA 218 MM (8.05 POLLICI FRANCESI): SCHEDA

di
Antonella Testa

Giovanni Virginio Schiaparelli, diventato direttore dell'Osservatorio Astronomico di Brera nell'agosto del 1862, ordinò il rifrattore nel novembre dello stesso anno al costruttore tedesco Georg Merz. Il costruttore era ben noto a Schiaparelli, che aveva potuto conoscerne l'abilità nel periodo nel quale aveva studiato a Pulkovo sotto la guida di Friedrich August Winnecke e Otto Struve. A Pulkovo, infatti, Schiaparelli apprese le tecniche di osservazione utilizzando proprio il rifrattore di 15 pollici costruito da Georg Merz e Joseph Mahler nel 1839 per l'Osservatorio Imperiale Russo.

Schiaparelli avvertiva la necessità di un nuovo telescopio a causa dell'inadeguatezza degli strumenti allora disponibili in Osservatorio. La sua richiesta fu accolta rapidamente dal governo italiano, grazie anche all'interessamento di Quintino Sella; sull'approvazione dell'acquisto pesò il prestigio recentemente conquistato dall'astronomo in seguito alla scoperta del nuovo pianetino Esperia, avvenuta a Brera la sera del 29 aprile 1861.

Il telescopio fu consegnato nell'estate del 1865, ma fu collocato solo alla fine del 1874 nella nuova cupola opportunamente progettata e costruita sulla torre a Nord-Est dell'Osservatorio, dove si trovava in precedenza un riflettore di Amici. Regolari osservazioni cominciarono nel febbraio 1875, dopo un periodo dedicato alla verifica delle proprietà dello strumento.

Inizialmente Schiaparelli intendeva impiegare il telescopio per osservazioni di comete, stelle doppie e pianetini, ambito nel quale aveva acquisito esperienza e ottenuto già ottimi risultati. Ma, con l'intento di indagare le qualità ottiche dello strumento, Schiaparelli iniziò, abbastanza casualmente, una lunga serie di osservazioni planetarie che avrebbero rafforzato la sua immagine di astronomo meticoloso nelle osservazioni e cauto nelle teorizzazioni e l'avrebbero reso famoso fra il grande pubblico.

Schiaparelli osservò lungamente Marte, a partire dall'opposizione, particolarmente favorevole, del 1877, durante la quale individuò sul pianeta numerose linee oscure e diritte formanti una complessa rete a cui venne dato il nome di canali.

L'obiettivo del rifrattore ha diametro di 218 mm (8.05 pollici francesi), e lunghezza focale di 3.15 m (f/14.5).

Il tubo del telescopio, con anima in legno d'abete e impiallacciatura in mogano, è sostenuto da una montatura equatoriale: l'asse polare e quello di declinazione sono posti perpendicolarmente come le linee di una T maiuscola.

La montatura equatoriale è una caratteristica tipica degli strumenti costruiti da Joseph von Fraunhofer, di cui Merz fu allievo, e costituisce un eccellente metodo per supportare tubi molto lunghi: grazie ad un efficace sistema di contrappesi il tubo può infatti essere spostato con una leggera pressione.

Ad un'estremità dell'asse di declinazione si trova il tubo, supportato da una culla in ottone; all'altra estremità si trovano il cerchio di declinazione e i contrappesi.

L'asse polare, ancorato al basamento del telescopio, è diretto verso il polo celeste Nord e giace nel piano del meridiano locale; all'estremità inferiore si trova il cerchio di ascensione retta e un contrappeso regolabile.

Gli assi sono costruiti in ferro; i restanti elementi sono in ottone con differenti composizioni, e quindi differente resistenza, a seconda della funzione meccanica a cui sono preposti.

La montatura poggia su una base piramidale in ghisa, le cui formelle decorative sono andate perdute, costruita dalla Tecnomasio di Milano, su cui è fusa l'iscrizione: "PARATVM AERE PVBLICO ANNO MDCCCLXII/C. MATTEVCCI ET F. BRIOSCHI REM LITERARIAM GERENTIBVS".

Poiché la cupola è collocata a circa trenta metri d'altezza dal suolo, al fine di minimizzare l'influenza delle vibrazioni strutturali dell'edificio sulla sensibilità dello strumento, la base piramidale poggia su un cilindro in muratura, isolato dal pavimento della cupola, che, a sua volta, poggia sulle strutture portanti del palazzo.

La regolazione micrometrica, sia dell'asse di declinazione che di quello di ascensione retta, può essere effettuata, rimanendo all'oculare, agendo su due lunghe aste.

Schiaparelli aveva a disposizione un ottimo micrometro a filo mobile, un micrometro anulare, 7 oculari positivi adattabili al micrometro filare (con ingrandimenti compresi fra 87 e 690) e 6 negativi (con ingrandimenti da 67 a 468): gli oculari sono andati perduti.

Il telescopio è dotato di un cercatore e di un dispositivo per l'illuminazione del campo e dei fili del micrometro costituito da due lampade e da un sistema di specchietti interni ellittici per la riflessione della luce.

Il moto orario è regolato da un dispositivo a orologeria a caduta di pesi simile a quello di Fraunhofer. Il tubo viene diretto verso l'oggetto che si intende osservare, si blocca il movimento in declinazione e il meccanismo consente all'asse orario di compiere una lenta rotazione alla velocità di una rivoluzione ogni 24 ore per poter seguire il movimento apparente delle stelle.

Questo dispositivo sembra non aver mai funzionato con precisione e lo stesso Schiaparelli se ne lamentava spesso nei suoi scritti.

La caratteristica più apprezzabile dello strumento è senz'altro il sistema ottico: l'obiettivo del rifrattore è un doppietto (*crown-flint*), a tutt'oggi in ottimo stato di conservazione nonostante il naturale invecchiamento.

L'obiettivo mostra una leggera colorazione verde che era già presente ai tempi di Schiaparelli e risulta acromatico nella regione rosso-verde dello spettro, mentre produce un eccesso di azzurro. Tale eccesso poteva influire sulla stima dei colori nelle osservazioni di stelle doppie e di dettagli planetari per cui Schiaparelli correggeva l'effetto utilizzando un filtro giallo carico o arancione.

Per questa caratteristica lo strumento risultava quindi particolarmente indicato per le osservazioni del pianeta Marte, dalla peculiare colorazione rossastra.

Col rifrattore Schiaparelli osservò anche gli altri pianeti del Sistema Solare ma senza gli ottimi risultati che aveva ottenuto per Marte.

Il telescopio, ricollocato circa dieci anni or sono nella sua originaria cupola dell'Osservatorio di Brera, è stato oggetto, nel corso di tutto il 1997 e 1998, di un attento restauro volto al ripristino dell'estetica e soprattutto della funzionalità con l'intento di riportarlo alle condizioni di utilizzo dei tempi di Schiaparelli. I lavori di restauro sono stati condotti dai signori Domenico Gellera e Nello Paolucci.

Lo strumento era in pessimo stato di conservazione: ne è testimonianza la documentazione fotografica precedente al restauro.

L'elettrificazione, introdotta all'inizio del secolo, è stata eliminata; lo strumento è stato completamente disassemblato, ogni pezzo è stato identificato, pulito e rettificato; gli elementi andati perduti e essenziali al suo funzionamento sono stati ricostruiti: le fasi e i dettagli del restauro sono state accuratamente documentate.

Anche la cupola originaria è stata restaurata: insieme allo strumento evoca importanti imprese astronomiche e costituisce oggi un suggestivo ambiente per lo svolgimento di attività di diffusione di cultura scientifica.

NOTA EDITORIALE

Le memorie di G. V. Schiaparelli ristampate in questo volume sono:

1) Giovanni Virginio Schiaparelli, "Il pianeta Marte" *Natura ed Arte*, 1893, 2(5,6): 393-404 e 497-510. 2 tavole a colori, 3 illustrazioni nel testo.

La memoria è pubblicata anche in *Le opere di G. V. Schiaparelli* (Milano, 1929-1943), Vol. II, pp. 47-74 e in G. V. Schiaparelli *Le più belle pagine di Astronomia popolare* (Milano, 1925), pp. 211-248. La memoria fu tradotta in inglese e pubblicata in *Astronomy and Astro-Physics*, 1894, 5 : 23-6 e in *Smithsonian Institution Annual Report* alla fine del 1894 e con ulteriori tagli in *Scientific American* e in *Nature*. Nel 1899 fu pubblicata una traduzione russa.

L'esemplare qui ristampato è un estratto della rivista *Natura ed Arte* conservato nella Biblioteca dell'Osservatorio Astronomico di Brera.

2) Giovanni Virginio Schiaparelli, "La vita sul pianeta Marte" *Natura ed Arte*, 1895, 4(11) : 921-929. 3 illustrazioni nel testo.

La memoria è pubblicata anche in *Le opere di G. V. Schiaparelli* (Milano, 1929-1943), Vol. II, pp. 81-95 e in G. V. Schiaparelli *Le più belle pagine di Astronomia popolare* (Milano, 1925), pp. 251-268. Pubblicato (parzialmente) in francese in *Bulletin de la Société Astronomique de France*, 1898, 12 : 423-9. Max Wilhelm Meyer tradusse una cospicua parte di questo lavoro per inserirlo nella sua rassegna di quell'anno delle più recenti ricerche marziane.

L'esemplare qui ristampato è un estratto della rivista *Natura ed Arte* conservato nella Biblioteca dell'Osservatorio Astronomico di Brera.

3) Giovanni Virginio Schiaparelli, "Il pianeta Marte," *Natura ed Arte*, 1909, 19(1) : 39-45. 2 tavole (una a colori).

La memoria è pubblicata anche in *Le opere di G. V. Schiaparelli* (Milano, 1929-1943), Vol. II, pp. 393-402.

L'esemplare qui ristampato è tratto dalla rivista *Natura ed Arte* e conservato nella Biblioteca dell'Istituto Lombardo a Milano.

GIOVANNI VIRGINIO SCHIAPARELLI
LA VITA SUL PIANETA
MARTE

Omaggio dell'autore.

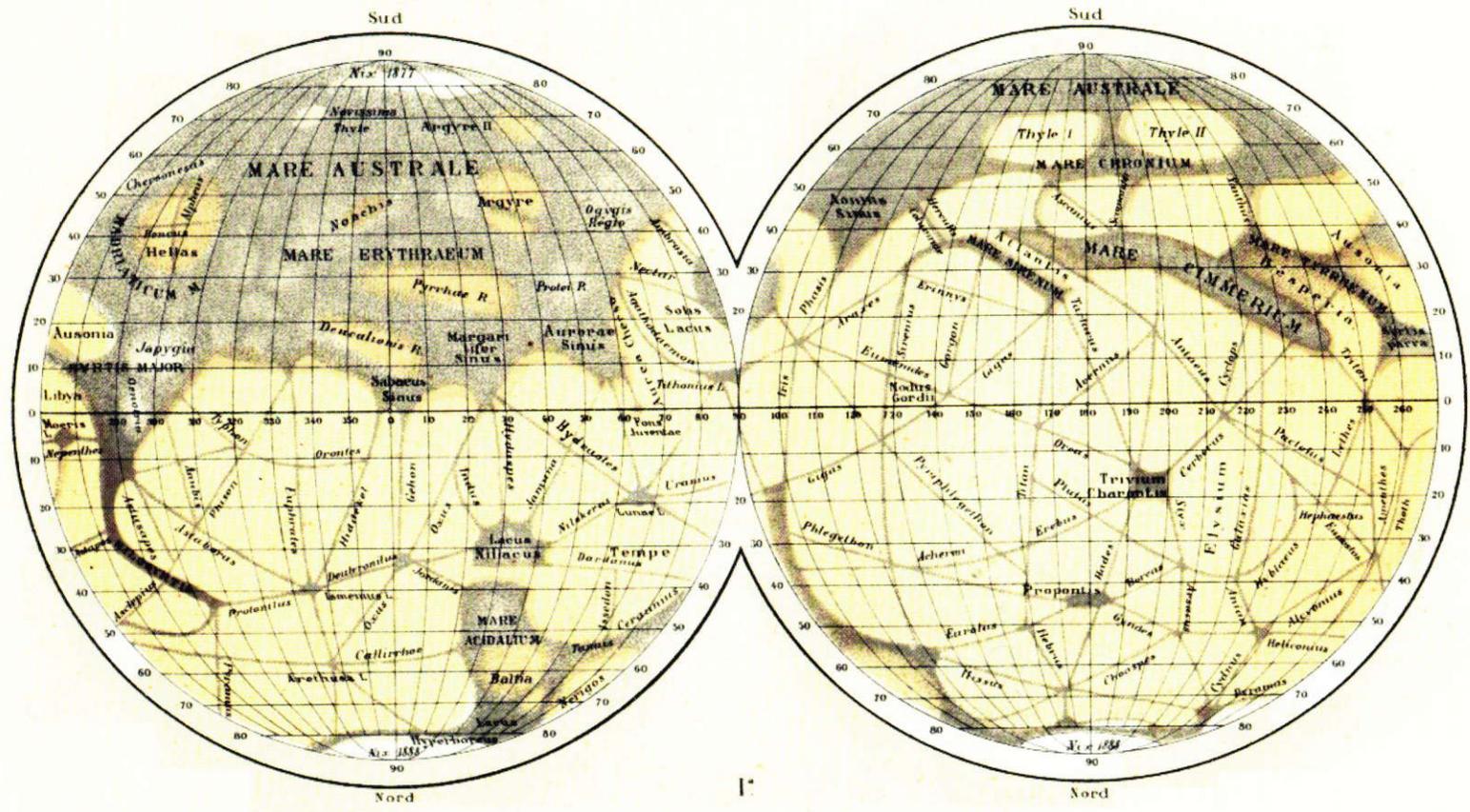
GIOVANNI SCHIAPARELLI

IL
PIANETA MARTE

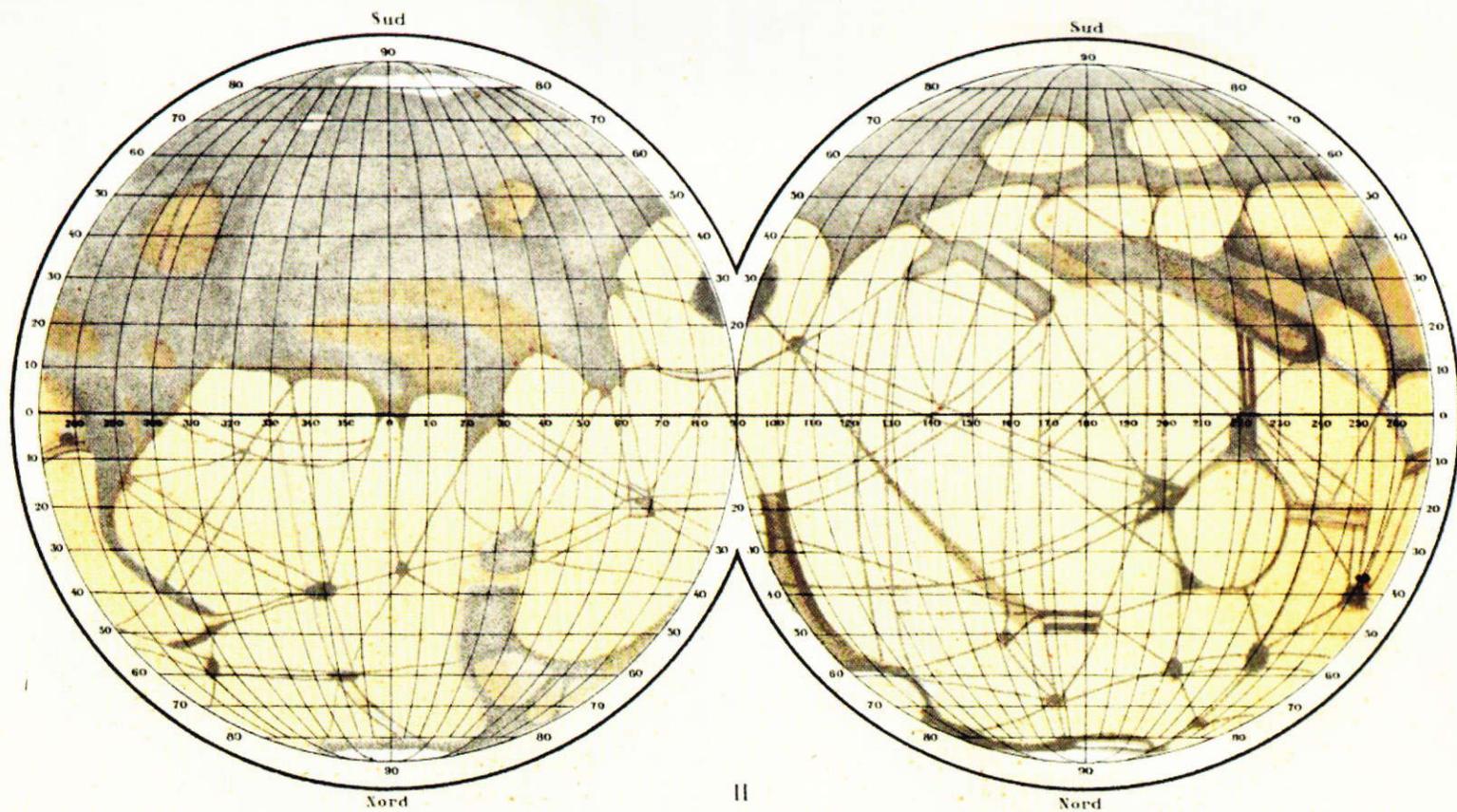
Estratto dai fascicoli N.º 5 e 6
1 e 15 febbraio 1893
della Rivista « Natura ed Arte »

IL PIANETA MARTE.

PROPRIETÀ LETTERARIA



Carta generale del Pianeta Marte
 secondo le osservazioni fatte a Milano
 dal 1877 al presente



Le geminazioni delle linee oscure del pianeta Marte
quali furono osservate a Milano principalmente
nel 1882 e nel 1883



IL PIANETA MARTE

I.

Nelle belle sere dell'autunno passato una grande stella rossa fu veduta per più mesi brillare sull'orizzonte meridionale del cielo; era il pianeta Marte, che si accostava per qualche tempo alla Terra in una delle sue apparizioni, solite a ripetersi ad intervalli di 780 giorni. Nella schiera degli otto pianeti principali Marte occupa, per volume, il penultimo luogo; il solo Mercurio è più piccolo di lui. Ma in certe posizioni, in cui egli ritorna ad intervalli di sedici anni, Marte può avvicinarsi alla Terra più dell'usato, brillando più di ogni altro pianeta, Venere sola eccettuata; ed in tali contingenze tanto arde di luce rossa, da meritare il nome, che i Greci gli diedero, di *Pyrois* (infocato). Nei tempi ormai per sempre passati, quando si pretendeva di leggere in cielo l'avvenire degli umani eventi, queste grandi apparizioni di Marte erano lo spavento dei popoli, e davano molto da fare agli astrologi, ai quali incombeva il compito, non sempre facile, di studiare l'influsso del pianeta sulle vicende guerresche e sulle costellazioni politiche del momento. Anche ora la grande apparizione testè avvenuta di Marte ha destato il pubblico interesse; ma per una ragione ben diversa. Oggi è nata presso alcuni la speranza, che da osservazioni diligenti fatte sulla sua superficie con giganteschi telescopi, si possa ottenere quando che sia la soluzione di un gran problema cosmologico; arrivar cioè a sapere, se i corpi celesti possano dirsi sede di esseri intelligenti, o, almeno, di esseri organizzati.

L'idea di popolare gli astri e le sfere celesti d'intelligenze pure o corporee, di animali e di piante, non è nuova; ed una curiosa rassegna sarebbe a farsi di tutti gli scrittori antichi e moderni che si esercitarono su questo tema, incominciando dal *Sogno di Scipione* di Cicerone, e dalla *Storia veridica* di Luciano Samosatense, e venendo già per Dante, Giordano Bruno, Ugenio e Kircher a quegli eleganti novellatori francesi Cyrano di Bergerac, Fontenelle, Voltaire, i quali posero negli spazi celesti il teatro delle loro argute o satiriche descrizioni, per arrivare in ultimo al celebre Hans Pfaal d'Amsterdam, ben noto ai lettori di Edgar Poe. La maggior parte di questi scritti però o professano di esser pure immaginazioni poetiche, o sono scherzi di in-

gegno dei quali il vero pregio deve cercarsi in tutt'altra parte che in una seria discussione dell'argomento di cui stiamo discorrendo. Ma nel presente secolo diversi scrittori tentarono di elevare la pluralità dei mondi abitati alla dignità di questione filosofica. Lasciando da parte le sedicenti rivelazioni degli spiritisti, che ai nostri tempi hanno rinnovato ed anzi superato le visioni di Swedenborg, basterà nominare Giovanni Reynaud (*Terre et Ciel*) e Davide Brewster (*More Worlds than one*) i quali collocarono negli astri le speranze della nostra vita futura e seppero trovare, non dirò dimostrazioni (chè in questa materia non ve n'è) ma pensieri ed aspirazioni che ebbero e sempre avranno eco vivissima nel sentimento di molti. Metafisica per metafisica, preferiamo questa ai dogmi brutali e scoraggianti del materialismo. Quanto ai teologi cristiani, essi, seguendo l'esempio di San Tommaso, quasi tutti osteggiarono l'idea che possano esistere altri mondi simili al mondo terrestre. Dico, quasi tutti, perchè noi leggiamo in uno di loro, a cui certamente nessuno ha potuto far rimprovero d'empietà, le parole seguenti (1):

« Il creato, che contempla l'astronomo, non è un semplice ammasso di materia luminosa; è un prodigioso organismo, in cui, dove cessa l'incandescenza della materia, incomincia la vita. Benchè questa non sia penetrabile ai suoi telescopii, tuttavia, dall'analogia del nostro globo, possiamo argomentarne la generale esistenza negli altri. La costituzione atmosferica degli altri pianeti, che in alcuno è cotanto simile alla nostra, e la struttura e la composizione delle stelle simile a quella del nostro sole, ci persuadono che essi, o sono in uno stadio simile al presente del nostro sistema, o percorrono taluno di quei periodi, che esso già percorse, o è destinato a percorrere. Dall'immensa varietà delle creature che furono già e che sono sul nostro globo, possiamo argomentare le diversità di quelle che possono esistere in altri. Se da noi l'aria, l'acqua e la terra sono popolate da tante varietà di esse, che si cambiarono le tante volte al mutare delle semplici circostanze di clima e di mezzo; quante più se ne devon trovare in quegli sterminati sistemi, ove gli astri secondarii son rischiarati talora non da uno, ma da più Soli alternativamente, e dove le vicende climateriche succedentisi del caldo e del freddo devono essere estreme per le eccentricità delle orbite, e per le varie intensità assolute delle loro radiazioni, da cui neppure il nostro Sole è esente!

« Sarebbe però ben angusta veduta quella di voler modellato l'Universo tutto sul tipo del nostro piccolo globo, mentre il nostro stesso relativamente microscopico sistema ci presenta tante varietà; nè è filosofico il pretendere che ogni astro debba esser abitato come il nostro, e che in ogni sistema la vita sia limitata ai satelliti oscuri. È vero, che essa da noi non può esistere che entro confini di temperatura assai limitati, cioè tra 0° e 40°-45° gradi centesimali, ma chi può sapere se questi non sono limiti solo pei nostri organismi? Tuttavia, anche con questi limiti, se essa non potrebbe esistere ne-

(1) SECCHI, Lezioni di fisica terrestre, p. 214-216.

gli astri infiammati, questi astri maggiori avrebbero sempre nella creazione il grande ufficio di sostenerla, regolando il corso dei corpi secondarii mediante l'attrazione delle loro masse, e di avviarle colla luce e col calore. E qual sorpresa sarebbe, se fra tanti milioni, anche molti e molti di questi sistemi fossero deserti? Non vediamo noi che sul nostro globo regioni, in proporzioni assai estese, sono incapaci di vita? L'immensità della fabbrica, non verrebbe perciò meno alla sua dignità, nè allo scopo inteso dell'Architetto.

« La vita empie l'universo, e colla vita va associata l'intelligenza; e come abbondano gli esseri a noi inferiori, così possono in altre condizioni esistere di quelli immensamente più capaci di noi. Fra il debole lume di questo raggio divino, che rifulge nel nostro fragile composto, mercè del quale potemmo pur conoscere tante meraviglie, e la sapienza dell'autore di tutte le cose è una infinita distanza, che può essere intercalata da gradi infiniti delle sue creature, per le quali i teoremi, che per noi son frutto di ardui studi potrebbero essere semplici intuizioni ».

Mi son permesso di trascrivere questo passo del Secchi, perchè è difficile dir più e meglio in sì poche parole. Ai nostri tempi la dottrina della pluralità dei mondi abitati da esseri viventi ed intelligenti ha trovato un ardente apostolo in Camillo Flammarion. Questo dotto ed immaginoso scrittore, nel quale la scienza copiosa ed ordinata dei fatti d'osservazione non impedisce l'esercizio di una fantasia potente e della più seducente eloquenza, già da trent'anni va svolgendo la questione sotto i suoi varii aspetti in diverse opere, le quali e da chi consente, e da chi dubita si fanno leggere assai volentieri (1). Egli si è proposto di sottrarre questo tema alla fantasia dei poeti ed all'arbitrio dei novellieri, e di circondare l'ipotesi della pluralità dei mondi abitati con tutto l'apparato scientifico, che oggi è possibile chiamare in suo soccorso; di darle così tutto quel grado di logica consistenza e di probabilità empirica di cui è capace. « Faire converger toutes les lumières de la science vers ce grand » point, la Vie universelle; l'éclairer dans son aspect réel; établir ses ra- » yonnements immenses et montrer qu'il est le but mystérieux autour du quel » gravite la création toute entière; agrandir ainsi jusque par de là les bornes » du visible le domaine de l'existence vitale, si longtemps confiné à l'atome » terrestre; déchirer les voiles qui nous cachaient le règne de l'existence à » la surface des mondes; et sur la vie à l'infini répandue permettre à la pen- » sée de planer dans son auréole glorieuse; c'est là, selon nous, un problème, » dont la solution importe à notre temps ». Questo è lo splendido programma al quale il cosmologo francese ha consacrato il suo ingegno e la sua varia coltura. Leggendo le sue pagine animate da calda eloquenza ed ardenti del desiderio dell'ignoto, si è tratti ad esclamare coll'Ettore virgiliano:

. Si Pergama dextra
Defendi possent, certe hac defensa fuissent.

(1) Leggansi particolarmente: *La Pluralité des Mondes Habités: Les mondes imaginaires et les Mondes réels: Récits de l'Infini: Les Terres du Ciel: Contemplations Scientifiques.*

Se fosse stato possibile dimostrare la esistenza della vita e dell'intelligenza nei globi celesti con altri argomenti, che con quelli della diretta osservazione, nessuno più del Flammarion avrebbe meritato di farlo. Ma pur troppo è da confessare che, quanto a risultati di osservazione, finora abbiamo poche speranze e nessun fatto. La Luna, che di tutti gli astri è senza paragone il più prossimo a noi, e nella quale oggetti di 400 e 500 metri di diametro sono visibili senza troppa difficoltà nei potenti telescopi del tempo moderno, la Luna non ha dato fatti, e non dà neppure speranze. Più la si esamina, e più si ha ragione di credere, che sia un deserto di aride rupi, privo d'ogni elemento necessario alla vita organica. Nè fatti, nè speranze si possono avere dallo studio della superficie di Venere, che fra tutti i pianeti è quello che può avvicinarsi maggiormente alla Terra. La sua atmosfera è perpetuamente ingombra di dense nuvole, le quali finora hanno impedito, ed impediranno probabilmente ancora per lunghi secoli (se non per sempre) di conoscere i particolari del suo corpo solido, e quanto su di esso avviene. Per ragioni non dissimili (a cui si aggiunge la grande lontananza) nulla avremo a sperare in quest'ordine di idee dallo studio dei grandi pianeti superiori, Giove, Saturno, Urano, e Nettuno. Quanto a Mercurio, le sue osservazioni sono di una estrema difficoltà, avviluppato com'egli è di continuo nella luce del Sole; tanto, che solamente negli ultimi anni è stato possibile discernervi entro qualche macchia con sufficiente frequenza e determinare il vero periodo della sua rotazione. Non parliamo nè del Sole, nè delle stelle, nè delle comete, nè delle nebulose; tutti corpi, dei quali la costituzione fisica non sembra propria alla produzione e alla conservazione della vita, almeno nelle forme con cui noi l'intendiamo.

Tutte le nostre speranze si sono quindi poco a poco concentrate su Marte il solo astro che possa giustificarle sino ad un certo punto, siccome or ora si vedrà. Tali speranze si sono accresciute ed hanno raggiunto anzi presso alcuni un grado di esaltazione quasi febbrile, dopo che un esame accurato di quel pianeta ha fatto scoprire in esso alcuni cambiamenti, e un sistema di misteriose configurazioni, in cui con un po' di buona volontà si potrebbe congetturare piuttosto il lavoro di esseri intelligenti, anzi che la semplice opera delle forze naturali inorganiche. L'ultima grande apparizione di Marte ha dato origine ad espressioni entusiastiche di tali speranze, specialmente presso i Nord-americani; i quali, possedendo nel loro Osservatorio di California il più gran cannocchiale che mai sia stato costruito, avrebbero tutto il diritto al vanto di aver scoperto non solo un nuovo mondo, ma anche una nuova umanità. Ma in Francia l'agitazione delle menti ispirata dal Flammarion ha prodotto effetti anche più straordinari: ivi con tutta serietà sono proposte ingenti somme come premio a chi sarà primo a dimostrare, per mezzo della diretta osservazione, che esistono in alcuno degli astri indizi certi di esseri intelligenti. In America poi ed in Francia si sta macchinando la costruzione di nuovi telescopi d' inusata potenza, il costo dei quali si conterà per milioni. Fra tanti segni

dei tempi questo almeno ci dà diritto a sperar bene dell'avvenire. L'ansietà con cui molti guardano alle tenebre del futuro non mi sembra in ogni parte giustificata. Non è vero che l'età presente, più delle passate, manchi di elevati principî e di aspirazioni ideali. Il secolo decimonono può considerare con orgoglio quello che ha fatto; il suo posto negli annali del progresso umano non sarà senza gloria. A costo d'incredibili fatiche e di eroici sacrifici esso ha compiuto ormai l'esplorazione di tutta la superficie terrestre, sulle cui carte non restano che poche lacune. Penetrando nelle viscere del nostro pianeta, ha mostrato la storia delle trasformazioni a cui fu soggetto, ed ha rievocato dal loro sepolcro le infinite generazioni che lo popolarono per milioni di anni. Coll'investigazione archeologica, collo studio dell'etnografia e della filologia ha ritrovato i veri titoli di nobiltà del genere umano, e fatto risorgere alla luce del giorno i primi prodotti delle sue civiltà. Con estese associazioni di pazienti e di instancabili osservatori ha iniziato lo studio dell'atmosfera e delle sue leggi, che sarà uno dei grandi problemi del secolo XX. Ma tutto questo non gli è bastato; e dopo aver proseguito energicamente nello studio dei cieli, della materia, e delle forze naturali l'opera dei secoli anteriori e fondata la chimica degli astri, di cui prima pareva follia parlare; ora aspira a più alta meta, e ansiosamente comincia a spiare, se qualche voce di simpatia e di fratellanza non ci possa venir dalle profondità cosmiche; e per ottenerne indizio è pronto a spender per un solo telescopio più somme, di quante ne abbian spese in favore della scienza pura tutti i secoli precedenti insieme considerati. Ecco uno, un solo dei tanti aspetti nobili, moralmente grandiosi, poetici, sotto cui si presenterà alla posterità imparziale quel secolo, che allo spettatore unilaterale sembra essere per eccellenza il secolo della prosa, dell'egoismo, della meccanica brutale, dei godimenti materiali. Noi siamo migliori di quello che crediamo essere! La stessa difficoltà che proviamo ad esser contenti e soddisfatti di noi medesimi, è un segno di progresso e di forza. Ma torniamo al nostro argomento.

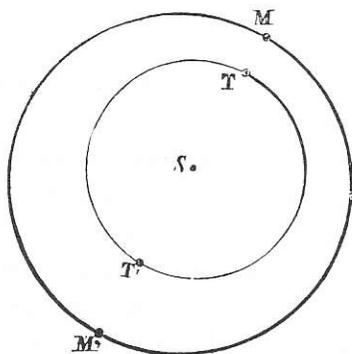
II.

Nella scala delle orbite planetarie, la Terra occupa, a partir dal Sole, il terzo posto e Marte il quarto. L'orbita di Marte comprende quindi dentro di sè l'orbita della Terra; ed è di essa più grande nel rapporto di circa 3 a 2. Ambedue le orbite sono di forma leggermente ovale, ma così per l'una come per l'altra la differenza fra il più grande e il più piccolo diametro è relativamente trascurabile: in altre parole, la differenza di queste orbite da un circolo perfetto è assai poca, tanto che occorrebbero disegni in molto grande scala per renderla sensibile a misure fatte col compasso. Il Sole non si trova nel centro nè dell'una, nè dell'altra, e questo difetto di centratura è assai maggiore per Marte che per la Terra. La Terra gira intorno al Sole in ragione di 30 chilometri per minuto secondo; Marte in ragione di 24 chilometri. Essendo questi più lento, e dovendo percorrere un circolo più

grande, impiega, a far il suo giro completo intorno al Sole, 687 giorni, quasi il doppio dei 365 che impiega la Terra a fare il proprio.

Quindi appare subito manifesta la ragione per cui così di raro Marte rifulge in tutto il suo splendore. Movendosi i due astri intorno al Sole in periodi così differenti, per lo più si troveranno in parti molto distanti dello spazio celeste, e soltanto saranno vicini, quando l'uno e l'altro giaceranno nella medesima direzione a partir dal sole. Trovandosi allora i tre corpi (Sole, Terra, Marte) in linea retta, e la Terra (come quella che è più vicina al Sole) occupando il posto di mezzo, allo spettatore terrestre, Marte ed il Sole appariranno in plaghe opposte al cielo; e questo intendono dire gli astronomi quando parlano di Marte in *opposizione* col Sole. Le epoche adunque in cui Marte si presenta a noi più vicino, sono quelle delle opposizioni, le quali ricorrono ad intervalli di circa ventisei mesi, o 780 giorni.

Ma non in tutte le opposizioni Marte giunge ad avvicinarsi alla Terra in egual misura. Mentre l'orbita della Terra è quasi esattamente centrata sul Sole, quella di Marte è invece notabilmente eccentrica: la loro proporzione e disposizione può vedersi rappresentata nella figura qui a lato, dove S rappresenta il Sole, il circolo minore è quello della Terra, il maggiore quello di Marte. Ora si vede subito, che quando i due pianeti si avvicinano fra loro nella parte più serrata dell'intervallo fra le due orbite, la Terra essendo in T e Marte in M, si ha il massimo avvicinamento possibile, siccome (con poca differenza)



è accaduto nel 1877 e nel 1892, e di nuovo accadrà nel 1909. Queste, che ricorrono ad intervalli alternati di 15 e di 17 anni, diconsi le *grandi opposizioni*. Marte allora è veramente stupendo a considerare coll'occhio nudo, ma più ancora col telescopio. Tuttavia anche in tale favorevolissima posizione il suo diametro apparente non supera la settantacinquesima parte del diametro apparente del Sole o della Luna: così che occorre un telescopio amplificante 75 volte perchè in esso Marte si presenti come la Luna all'occhio nudo. Ma nelle comuni opposizioni non si arriva neppure a tanto: e quando i due pianeti occupano i punti designati sulla figura con T' M', la minima loro distanza T'M' è quasi doppia della TM. In queste opposizioni meno fortunate il massimo diametro apparente a cui Marte può arrivare non supera $\frac{1}{150}$ del diametro lunare, ed è necessario amplificarlo 150 volte per vederlo come la Luna ad occhio nudo. La sua superficie apparente e la sua luce sono allora soltanto *il quarto* di quella che si vede nelle grandi opposizioni.

Non conviene dunque illudersi su questi, che abbiám chiamato avvicinamenti di Marte alla Terra; sono vicinanze relative, e la Luna, che pure dista da noi trenta diametri del globo terrestre, ha ancora su Marte un gran-

dissimo vantaggio. Il 2 Settembre 1877 e il 6 Agosto 1892, giorni delle ultime grandi opposizioni, ebbe luogo la minima distanza possibile del pianeta, che fu di quasi 57 milioni di chilometri e di 146 volte la distanza della Luna. Mentre adunque in questa un telescopio di mediocre potenza è capace di rilevare montagne, valli, circhi e crateri senza numero ed un'infinità di altri particolari topografici (1), ben altro potere ottico sarà necessario, perchè si possano vedere distintamente in Marte anche soltanto le configurazioni delle macchie principali. L'esperienza ha fatto vedere che non è difficile di rilevar nella Luna, col soccorso dei maggiori telescopi, un oggetto rotondeggiante di mezzo chilometro di diametro, o una striscia di 200 metri di larghezza. In Marte si può arrivare a distinguere come punto un oggetto rotondeggiante di 60 a 70 chilometri di diametro, e come linea sottile una striscia di 30 chilometri di larghezza. Il corso di un fiume come il Po sarebbe facile a distinguersi nella Luna su quasi tutta la sua lunghezza, ma nessuno dei maggiori fiumi della Terra riuscirebbe a noi visibile in Marte. E mentre nella Luna una città come Milano (od anche soltanto Pavia) sarebbe già un oggetto ben visibile a noi, in Marte non potremmo sperare di vedere neppure Parigi e Londra, ed appena con molta attenzione sarebbe possibile distinguervi isole rotondeggianti della grandezza di Majorca, od isole allungate, grandi come Candia e Cipro.

Non farà dunque meraviglia, che Galileo, i cui telescopi non superarono mai l'amplificazione di 30 diametri, non abbia potuto fare in Marte alcuna scoperta. Primo ad osservare con qualche sicurezza le macchie di questo pianeta fu il celebre Ugenio, che le vide coll'aiuto di telescopi lavorati da lui stesso, assai più perfetti e più grandi di quelli di Galileo (1656-1659). Pochi anni dopo, Domenico Cassini a Bologna (1666) non solo riconobbe diverse macchie, ma dal loro rapido spostarsi sul disco fu condotto a scoprire la rotazione del pianeta intorno ad un asse obliquo, a similitudine della Terra: dalla qual rotazione definì la durata in 24 ore e 40 minuti. I telescopi usati da Cassini erano lavorati in Roma dal più celebre artefice ottico di quei tempi, Giuseppe Campani, i cui lavori godettero di un incontrastabile primato per quasi cent'anni, fino a che per opera di Short, di Dollond e di Herschel tale vanto passò per qualche tempo all'Inghilterra. E con telescopi di Campani fece Bianchini in Verona nel 1719 i primi disegni alquanto accurati delle macchie di Marte, scoprendo in esse particolari abbastanza difficili, quale per esempio la sottile penisola che nella carta annessa porta il nome di *Hesperia*. Verso la fine del secolo scorso Herschel e Schroeter dallo studio delle candide macchie polari del pianeta dedussero l'obliquità del suo asse di rotazione rispetto al piano dell'orbita, quell'angolo, cioè, che per la Terra costituisce l'obliquità dell'eclittica, ed è poco diverso nell'uno e nell'altro pianeta.

(1) La carta lunare di Schmidt, fatta con telescopi di 10 a 15 centimetri, ha due metri di diametro ed in essa son figurati nientemeno che 32.856 crateri.

Così fu determinato anche per i due emisferi di Marte il corso periodico delle stagioni, e la legge delle variazioni dei climi, che tanta analogia mostrano con le nostre.

Tutte queste osservazioni però non erano sufficienti a dare una descrizione completa della superficie di Marte. Come vero fondatore dell'*Areografia* (1) dobbiamo considerare il tedesco Maedler, il quale nel 1830, valendosi di un perfettissimo telescopio di Fraunhofer (celebre ottico di Monaco, per cui opera il primato nella costruzione dei telescopi passò verso il 1820 alla Germania), vide e descrisse le macchie del pianeta incomparabilmente meglio che tutti gli astronomi anteriori. Maedler fu il primo a determinare con misure bene ordinate la posizione di un certo numero di punti principali sulla superficie di Marte rispetto all'equatore e ad un primo meridiano, che è quello notato zero sull'annessa carta. Ordinando rispetto a questi punti le diverse particolarità topografiche riuscì a costruire la prima carta areografica: la quale, comechè ancora incompleta e necessariamente limitata a poche macchie principali, è tuttavia monumento onorevole della sua cura e diligenza, e rappresenta per la descrizione di Marte quello che 2000 anni fa la carta di Eratostene fu per la geografia terrestre. Questa carta per più di 30 anni fu non soltanto la migliore, ma anzi l'unica; e soltanto verso il 1860 si cominciò a fare nello studio del pianeta qualche progresso ulteriore, specialmente per le osservazioni di Secchi, Dawes, Kaiser, e Lockyer. Da quell'epoca e specialmente a partire dalla grande opposizione del 1862 quei progressi si vennero accelerando, ed a ciò contribuirono non poco i grandissimi telescopi, che negli ultimi tempi gli ottici, specialmente quelli d'America, hanno imparato a costruire (2).

Dalla comparazione di tutte le nuove ed antiche osservazioni risultò come primo fatto importante, che la forma e disposizione delle macchie del pianeta è invariabile nei suoi tratti principali, com'è sulla Terra la distribuzione dei mari e della parte asciutta. Noi possiamo, per esempio, riconoscere nei disegni di Ugenio (1659) il golfo appellato *Gran Sirte* (vedi l'annessa carta); nei disegni di Maraldi (1704) il *Mare Cimmerio* e il *Mare delle Sirene*; nei disegni di Bianchini (1719) il *Mare Tirreno* e la penisola *Esperia*. Anche le posizioni dei punti principali determinate da Maedler (1830), da Kaiser (1862) e da me (1877-1879) si accordano fra loro in modo da escludere affatto l'idea di Schroeter, che le macchie di Marte siano nuvole o formazioni atmosferiche transitorie, come certamente sono quelle di Giove e di Saturno.

(1) Parola che significa *descrizione di Marte* ed è derivata dal nome greco di questo pianeta, *Ares*, come dal nome greco della Terra è derivato il nome della *Geografia*.

(2) Una storia completa di tutte le osservazioni fisiche e topografiche fatte su Marte dalla metà del Secolo XVII fino al 1892 si ha nell'opera di Flammarion intitolata: *La Planète Mars et ses conditions de habitabilité: synthèse générale de toutes les observations, climatologie, météorologie, aréographie, continents, mers et rivages, eaux et neiges, saisons et variations observées*: illustré de 580 dessins télescopiques, et 23 cartes. Paris 1892. 600 pag. in grande 8.º

Marte ha dunque una topografia stabile, come la Terra e la Luna, e per quanto si può sapere, anche Mercurio. Tale stabilità si ravvisa tuttavia per Marte soltanto nelle forme generali, e non si estende agli ultimi particolari. Osservazioni continuate han posto fuor d'ogni dubbio negli ultimi tempi che molte regioni mutano di colore fra certi limiti, secondo la stagione che domina su quei luoghi, e secondo l'inclinazione, con cui sono percossi dai raggi solari. Tali mutazioni di colori hanno certamente luogo anche per molte parti della Terra, e sarebbero visibili ad uno spettatore collocato in Marte. Ma si osserva in questo una cosa, che certamente sulla Terra non ha luogo: i contorni delle grandi macchie possono subire cioè leggiere mutazioni, piccole rispetto alle dimensioni delle macchie stesse, ma pur tuttavia abbastanza grandi per rendersi cospicue anche a noi. Anche questi contorni non sono sempre ugualmente ben definiti. Molte minutissime particolarità si vedono meglio in certe epoche, e men bene in certe altre; e possono da un tempo all'altro anche variar d'aspetto e di forma, senza che tuttavia si possa concepire alcun dubbio sulla loro identità. E finalmente è da notare, che Marte ha un'atmosfera abbastanza densa, ed una propria meteorologia, come sarà spiegato più innanzi. Tutte queste variazioni annunziano un sistema grandioso di processi naturali, che conferisce allo studio di Marte un interesse molto più grande di quello che deriverebbe dal semplice studio topografico di una superficie immutabile ed inerte, come sembra esser quella della Luna. Insomma il pianeta non è un deserto di arido sasso; esso vive, e la sua vita si manifesta alla superficie con un insieme molto complicato di fenomeni, ed una parte di questi fenomeni si sviluppa su scala abbastanza grande per riuscire osservabile agli abitatori della Terra. Vi è in Marte un mondo intiero di cose nuove da studiare, eminentemente proprie a destare la curiosità degli osservatori e dei filosofi, le quali daranno da lavorare a molti telescopi per molti anni, e saranno un grande impulso al perfezionamento dell'Ottica. Tale è la varietà e la complicazione dei fenomeni, che soltanto uno studio completo e paziente potrà rischiarare le leggi secondo cui quelli si producono, e condurre a conclusioni sicure e definite sulla costituzione fisica di un mondo tanto analogo al nostro sotto certi rispetti, e pur sotto altri tanto diverso.

Non si creda tuttavia di poter accedere a questo studio così attraente senza aiuto ottico proporzionato alla difficoltà della cosa. La sempre grande distanza del pianeta, e la piccolezza relativa (1) del medesimo non permettono di usare con molto frutto amplificazioni inferiori a 200 e 300, nè telescopi di lente obbiettiva inferiore in diametro a 20 centimetri: questo nelle *grandi opposizioni*, come quelle del 1877 e del 1892. Ma nelle opposizioni meno favorevoli (ed in quelle appunto suole Marte dispiegare i suoi fenomeni più curiosi) lo studio dei più delicati particolari non si può far bene con ampli-

(1) Il suo diametro sta a quello della terra in rapporto prossimamente di uno a due, o più esattamente di 11:21. Un grado geografico, che sul globo della terra rappresenta 60 miglia di 1852 metri ciascuno, sul globo di Marte rappresenta quasi esattamente 60 chilometri.

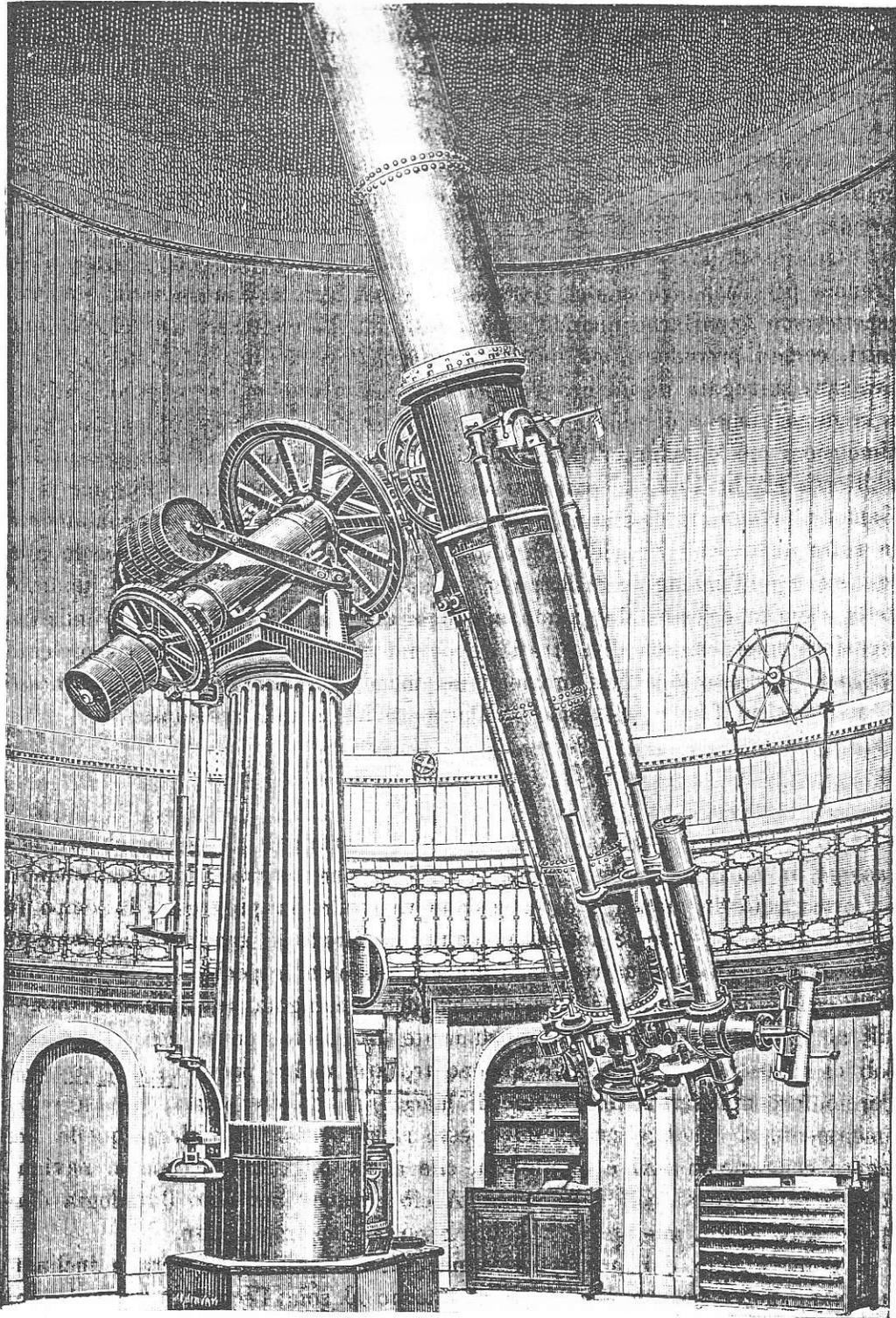
cazioni minori di 500 e 600 diametri, quali si possono avere soltanto da telescopi dell'apertura di 40 centimetri o più.

Le due carte annesse sono state fatte appunto con istrumenti della forza che ho detto. L'emisfero australe, il quale a causa dell'inclinato asse di Marte suole presentarsi meglio alla nostra vista nelle grandi opposizioni, che nelle altre, è stato rilevato principalmente negli anni 1877-1879, con un telescopio di 22 centimetri d'apertura. Ma per l'emisfero boreale, che si presenta in prospettiva conveniente soltanto nelle opposizioni meno favorevoli, si è potuto negli anni 1888 e 1890 approfittare di un istrumento molto più grande, il cui vetro obbiettivo ha 49 centimetri di diametro, e permette di spingere l'amplificazione di Marte fino a 500 e 650.

Non senza qualche interesse vedrà il lettore rappresentato nell'annessa pagina quest'ultimo istrumento, il più potente che sia uscito delle officine di Germania. La sua collocazione a Brera fu decretata dal Re e dal Parlamento nel 1878; ogni volta che lo consideriamo esso richiama a noi la memoria di quell'uomo non facilmente dimenticabile, che fu Quintino Sella, ai cui uffici la Specola di Milano deve questo suo principale ornamento. La lente obbiettiva, lavorata in Monaco da Merz successore di Fraunhofer, ha 49 centimetri di diametro nella parte libera; la macchina che porta il telescopio e permette di dirigere con tutta facilità in cinque minuti la gran mole verso qualunque plaga del cielo, è un vero prodigio della meccanica moderna e fu lavorata in Amburgo dai fratelli Repsold. La sua parte mobile (che son parecchie tonnellate di metallo) può essere mossa dalla pressione di un dito ed aggiustato su qualunque astro colla stessa esattezza che si potrebbe ottenere per il più delicato microscopio. Un meccanismo d'orologio la porta in giro insieme al cielo intorno all'asse del mondo, per guisa, che diretto il telescopio ad un astro, segue di questo la rivoluzione diurna, e l'astro appare immobile nel campo telescopico per tutto il tempo che si vuole. I molti organi sussidiari, che si veggono nella parte inferiore del tubo a portata dell'osservatore, servono alle diverse specie di operazioni, che con questo strumento si devono compiere.

È questo il massimo dei telescopi esistenti in Italia (1) ma otto o dieci altri di esso maggiori sono stati costrutti o si stanno costruendo in diverse parti. Fra tutti giganteggia quello dell'Osservatorio di California, eretto sulla cima del Monte Hamilton, presso S. Francisco per legato di James Lick, ricco negoziante, che in tal modo volle assicurata presso i posterì la sua memoria. L'obbiettivo di questo colosso dell'ottica moderna ha 91 $\frac{1}{2}$ centimetri di diametro, e da sè solo è costato l'egregia somma di 50 mila dollari (275000 lire a un dipresso). Tutto l'istrumento è, nella sua generale disposizione, poco dissimile da quello che qui sopra fu descritto, ma è due volte più grande in

(1) Secondo in ordine di grandezza è il telescopio che con esempio degno d'imitazione il Dott. V. Cerulli eresse l'anno scorso a proprie spese nel suo osservatorio privato di Colle Urania presso Teramo (Abruzzi); il diametro della lente obbiettiva è di 40 centimetri.



Grande Telescopio Equatoriale della specola di Brera (da una fotografia di A. Trubetzkoi).

ogni dimensione. Ma fra non molto il telescopio Californiano sarà superato da un altro, per il quale già si hanno fusi i vetri in America: questo avrà non meno di 102 centimetri d'apertura, ed il suo costo è calcolato in 400 mila dollari (1.100.000 lire). E sarà collocato, non già nei climi variabili della nostra zona temperata, e tanto meno poi in mezzo al fumo e alla luce elettrica di una città grande; ma sopra una mediocre elevazione delle Ande peruviane, in un clima sereno, di aria tranquilla e temperata, benchè posto nella zona torrida.

Quanto al telescopio di tre metri di diametro che si vuol preparare in Francia per l'esposizione del 1900, e sul quale già si è mosso tanto rumore, aspetteremo a parlarne quando sarà fatto. Non ha da essere un telescopio a vetri, come i precedenti, ma un telescopio *riflettore* nel quale la lente obbiettiva sarà surrogata da un grande specchio. Senza dubbio, la maggior facilità e la minore spesa di questa maniera di telescopio permetterà di raggiungere dimensioni molto maggiori che colle lenti di vetro: anzi esistono già in Inghilterra ed in Francia parecchi di tali strumenti da uno a due metri di diametro, i quali prestano utilissimi servizi in molte ricerche e segnatamente in tutte quelle che richiedono gran copia di luce senza molto riguardo alla precisione dell'immagine ottica: per esempio nello studio del calore lunare e nella chimica celeste. Ma quanto a visione distinta, gli specchi di grande dimensione finora si son dimostrati troppo inferiori alle lenti di corrispondente potenza: e riguardo all'esplorazione dei mondi planetari non sarà permesso di fondare sul futuro telescopio di Parigi molto grandi speranze.

III.

Già i primi Astronomi, che studiarono Marte col telescopio, ebbero occasione di notare sul contorno del suo disco due macchie bianco-splendenti di forma rotondeggiante e di estensione variabile. In progresso di tempo fu osservato, che mentre le macchie comuni di Marte si spostano rapidamente in conseguenza della sua rotazione diurna, mutando in poche ore di posizione e di prospettiva; quelle due macchie bianche rimangono sensibilmente immobili al loro posto. Si concluse giustamente da questo, dover esse occupare i poli di rotazione del pianeta, o almeno trovarsi molto prossime a quei poli. Perciò furono designate col nome di macchie o calotte polari. E non senza fondamento si è congetturato, dover esse rappresentare per Marte quelle immense congerie di nevi e di ghiacci, che ancor oggi impediscono ai navigatori di giungere ai poli della terra. A ciò conduce non solo l'analogia d'aspetto e di luogo, ma anche un'altra osservazione importante.

Come è noto dai principî di cosmografia, l'asse della terra è inclinato sul piano dell'orbe che essa descrive intorno al sole; l'equatore pertanto non coincide al piano di detto orbe, ma è inclinato rispetto ad esso piano dell'angolo di $23\frac{1}{2}$ gradi, detto l'obliquità dello zodiaco o dell'eclittica. Ed è noto

pure, come da questa semplice e quasi accidentale circostanza tragga origine una varietà di fatti, che sono del più grande influsso sui climi dei diversi paesi, producendo l'estate e l'inverno, e la diversa durata dei giorni e delle notti. Ora lo stesso precisamente avviene in Marte. Il suo equatore è inclinato rispetto al piano dell'orbita di quasi 25 gradi; e da tal disposizione ha origine la stessa vicenda delle stagioni e dell'irradiamento solare, la stessa varietà di climi e di giorni, che ha luogo sulla Terra. Marte ha dunque le sue zone climatiche, i suoi equinozi e i suoi solstizi, e simili vicende d'illuminazione. Per quanto concerne la durata dei giorni e delle notti il parallelismo è quasi completo nella zona torrida e nelle temperate: perchè mentre il giorno terrestre solare è di 24 ore, il giorno solare di Marte è di 24 ore e quaranta minuti prossimamente. Circa l'andamento delle stagioni e delle lunghe giornate e notti del polo vi è questa differenza, che le nostre stagioni durano tre mesi ciascuna, quelle di Marte hanno una durata poco men che doppia, di 171 giorni in media: e i giorni e le notti del polo, che presso di noi sono di sei mesi a un dipresso in Marte durano per un medio undici mesi (1). Tal differenza è dovuta a questo principalmente, che l'anno di Marte è di 687 giorni terrestri, mentre il nostro è di soli 365.

Così stando le cose, è manifesto, che se le suddette macchie bianche polari di Marte rappresentano nevi e ghiacci, dovranno andar decrescendo di ampiezza col sopravvenire dell'estate in quei luoghi, ed accrescersi durante l'inverno. Or questo appunto si osserva nel modo più evidente. Nel secondo semestre dell'anno decorso 1892 fu in prospetto la calotta del polo australe; durante quell'intervallo, e specialmente nei mesi di Luglio e d'Agosto, anche osservando con cannocchiali affatto comuni era chiarissima di settimana in settimana la sua rapida diminuzione; quelle nevi (ora ben possiamo chiamarle tali), che da principio giungevano fino al 70.^o parallelo di latitudine, e formavano una calotta di oltre 2000 chilometri di diametro, si vennero progressivamente ritraendo al punto, che due o tre mesi dopo pochissimo più ne rimaneva, una estensione di forse 300 chilometri al maximum; e anche meno se ne vede adesso, negli ultimi giorni del 1892. In questi mesi l'emisfero australe di Marte ebbe la sua estate; il solstizio estivo essendo avvenuto il 13 Ottobre. Corrispondentemente ha dovuto accrescersi la massa delle nevi intorno al polo boreale; ma il fatto non fu osservabile, trovandosi quel polo nell'emisfero di Marte opposto a quello che riguarda la Terra. Lo squagliarsi delle nevi boreali è stato invece osservabile negli anni 1882, 1884, 1886.

(1) Riferendoci tanto per Marte, che per la Terra, all'emisfero boreale, abbiamo le seguenti durate esatte delle stagioni in giorni terrestri:

	<u>Primavera</u>	<u>Estate</u>	<u>Autunno</u>	<u>Inverno</u>
Per la Terra giorni	93	93	90	89
Per Marte »	199	182	146	160

L'illuminazione del polo boreale di Marte dura quindi continua per 381 giorni; quella del polo australe per 306 giorni: delle notti accade l'inverso.

Queste osservazioni del crescere e decrescere alterno delle nevi polari, abbastanza facili anche con cannocchiali di mediocre potenza, diventano molto più interessanti ed istruttive, quando se ne seguano assiduamente le vicende nei più minuti particolari, usando di strumenti maggiori. Si vede allora lo strato nevoso sfaldarsi successivamente agli orli; buchi neri e larghe fessure formarsi nel suo interno; grandi pezzi isolati, lunghi e larghi molte miglia staccarsi dalla massa principale, e sparire sciogliendosi poco dopo. Si vedono insomma presentarsi qui d'un colpo d'occhio quelle divisioni e quei movimenti dei campi ghiacciati, che succedono durante l'estate delle nostre regioni artiche secondo le descrizioni degli esploratori.

Le nevi australi offrono questa particolarità, che il centro della loro figura irregolarmente rotondeggiante non cade proprio sul polo, ma in un altro punto, che è sempre press'a poco il medesimo, e dista dal polo di circa 300 chilometri nella direzione del *Mare Eritreo*. Da questo deriva, che quando l'estensione delle nevi è ridotta ai minimi termini, il polo australe di Marte ne rimane scoperto; e quindi forse il problema di raggiungerlo è su quel pianeta più facile che sulla Terra. Le nevi australi sono in mezzo di una gran macchia oscura, che colle sue ramificazioni occupa circa un terzo di tutta la superficie di Marte, e si suppone rappresenti l'Oceano principale di esso. Se questo è, l'analogia con le nostre nevi artiche ed antartiche si può dire completa, e specialmente colle antartiche.

La massa delle nevi boreali di Marte è invece centrata quasi esattamente sul polo; essa è collocata nelle regioni di color giallo, che soglionsi considerare come i continenti del pianeta. Da ciò nascono fenomeni singolari, che non hanno sulla Terra alcun confronto. Allo squagliarsi delle nevi accumulate su quel polo durante la lunghissima notte di dieci mesi e più, le masse liquide prodotte in tale operazione si diffondono sulla circonferenza della regione nevata, convertendo in mare temporaneo una larga zona di terreno circostante; e riempiendo tutte le regioni più basse producono una gigantesca inondazione, la quale ad alcuni osservatori diede motivo di supporre in quella parte un altro Oceano, che però in quel luogo non esiste, almeno come mare permanente. Vedesi allora (l'ultima occasione a ciò opportuna fu nel 1884) la macchia bianca delle nevi circondata da una zona oscura, la quale segue il ~~perimento~~ delle nevi nella loro progressiva diminuzione, e va con esso restringendosi sopra una circonferenza sempre più angusta. Questa zona si ramifica dalla parte esterna con strisce oscure, le quali occupano tutta la regione circostante, e sembrano essere i canali distributori, per cui le masse liquide ritornano alle loro sedi naturali. Nascono in quelle parti laghi assai estesi, come quello segnato sulla carta col nome di *Lacus Hyperboreus*; il vicino mare interno detto *Mare Acidalio*, diventa più nero e più appariscente. Ed è a ritenere come cosa assai probabile, che lo scolo di queste nevi liquefatte sia la causa che determina principalmente lo stato idrografico del pianeta, e le vicende che nel suo aspetto periodicamente si osservano. Qualche cosa di

= tvo

simile si vedrebbe sulla Terra, quando uno dei nostri poli venisse a collocarsi subitamente nel centro dell'Asia o dell'Africa. Come stanno oggi le cose, possiamo trovare un'immagine microscopica di questi fatti nel gonfiarsi che si osserva dei nostri torrenti allo sciogliersi dei nevai alpini.

I viaggiatori delle regioni artiche hanno frequente occasione di notare, come lo stato dei ghiacci polari nel principio della state, ed ancor al principio di Luglio, è sempre poco favorevole al progresso dei viaggiatori; la stagione migliore per le esplorazioni è nel mese di Agosto, e Settembre è il mese, in cui l'ingombro dei ghiacci è minimo. Così pure nel Settembre sogliono essere le nostre Alpi più praticabili che in ogni altra epoca. E la ragione ne è chiara; lo scioglimento delle nevi richiede tempo; non basta l'alta temperatura, bisogna che essa continui, ed il suo effetto sarà tanto maggiore, quanto più prolungato. Se quindi noi potessimo rallentare il corso delle stagioni, così che ogni mese durasse sessanta giorni invece di trenta; nell'estate in tal modo raddoppiata lo scioglimento dei ghiacci progredirebbe molto di più e forse non sarebbe esagerazione il dire che la calotta polare al fine della calda stagione andrebbe intieramente distrutta. Ma non si può dubitare ad ogni modo, che la parte stabile di tale calotta sarebbe ridotta a termini molto più angusti, che oggi non si veda. Ora questo appunto succede in Marte. Il lunghissimo anno quasi doppio del nostro permette ai ghiacci di accumularsi durante la notte polare di 10 o 12 mesi in modo, da scendere sotto forma di strato continuo fino al parallelo 70° ed anche più basso; ma nel giorno che segue di 12 o 10 mesi il Sole ha tempo di liquefare tutta o quasi tutta quella neve di recente formazione, riducendola a sì poca estensione, da sembrare a noi nulla più che un punto bianchissimo. E forse tali nevi si struggono intieramente, ma di questo fino a non si ha alcuna sicura osservazione.

Altre macchie bianche di carattere transitorio e di disposizione meno regolare si formano sull'emisfero australe nelle isole vicine al polo; e così pure nell'emisfero opposto regioni biancheggianti appaiono talvolta intorno al polo boreale fino al 50° e 55° parallelo. Sono forse neviccate effimere, simili a quelle che si osservano nelle nostre latitudini. Ma anche nella zona torrida di Marte si vedono talora piccolissime macchie bianche più o meno persistenti, fra le quali una fu da me veduta in tre opposizioni consecutive (1877-1892) nel punto segnato sui nostri planisferi dalla longitudine 268° e dalla latitudine 16° nord. Forse è permesso congetturare in questi luoghi la esistenza di montagne capaci di nutrire vasti ghiacciai. L'esistenza di tali montagne è stata supposta anche da alcuni recenti osservatori, sul fondamento di altri fatti.

Quanto si è narrato delle nevi polari di Marte prova in modo incontrastabile, che questo pianeta, come la Terra, è circondato da un'atmosfera capace di trasportar vapori da un luogo all'altro. Quelle nevi infatti sono precipitazioni di vapori condensati dal freddo e colà successivamente portati;

ora come portati, se non per via di movimenti atmosferici? L'esistenza di un'atmosfera carica di vapori è stata confermata anche dalle osservazioni spettrali, principalmente da quelle di Vogel; secondo il quale tale atmosfera sarebbe di composizione poco diversa dalla nostra, e soprattutto *molto ricca di vapore acqueo*. Fatto questo sommamente importante, perchè ci dà il diritto di affermare con molta probabilità, che d'acqua e non d'altro liquido siano i mari di Marte e le sue nevi polari. Quando sarà assicurata sopra ogni dubbio questa conclusione, un'altra ne discenderà non meno grave; che le temperature dei climi marziali, malgrado la maggior distanza dal Sole, sono del medesimo ordine che le temperature terrestri. Perchè se fosse vero quanto fu supposto da alcuni investigatori, che la temperatura di Marte sia in media molto bassa (di 50° a 60° sotto lo zero!) non potrebbe più il vapore acqueo essere uno degli elementi principali dell'atmosfera di Marte, nè potrebbe l'acqua essere uno dei fattori importanti delle sue vicende fisiche; ma dovrebbe lasciare il luogo all'acido carbonico o ad altro liquido, il cui punto di congelazione sia molto più basso.

Gli elementi della meteorologia di Marte sembrano dunque aver molta analogia con quelli della meteorologia terrestre. Non mancano però, come è da aspettarsi, le cause di dissomiglianza. Anche qui, da circostanze di piccolo momento trae la Natura un'infinita varietà nelle sue operazioni. Di grandissima influenza dev'esser la diversa maniera, con cui in Marte e sulla Terra veggonsi ordinati i mari ed i continenti; su di che uno sguardo alla carta dice più che non si farebbe con molte parole. Già abbiamo accennato al fatto delle straordinarie inondazioni periodiche, che ad ogni rivoluzione di Marte ne allagano le regioni polari boreali allo sciogliersi delle nevi: aggiungeremo ora, che queste inondazioni diramate a grandi distanze per una rete di numerosi canali, forse costituiscono il meccanismo principale (se non unico), per cui l'acqua (e con essa la vita organica) può diffondersi sulla superficie asciutta del pianeta. Perchè infatti su Marte piove molto raramente, *o forse anche non piove affatto*. Ed eccone la prova.

Portiamoci coll'immaginazione nello spazio celeste, in un punto distante dalla Terra così, da poterla abbracciare d'un solo colpo d'occhio. Molto andrebbe errato colui, che sperasse veder di là riprodotta in grande scala la immagine dei nostri continenti coi loro golfi ed isole e coi mari che li circondano, quale si vede nei nostri globi artificiali. Qua e là senza dubbio si vedrebbero trasparire sotto un velo vaporoso le note forme, o parti di esse. Ma una buona parte (forse la metà) della superficie sarebbe fatta invisibile da immensi campi di nuvole, continuamente variabili di densità, di forma e di estensione. Tale ingombro, più frequente e più continuato nelle regioni polari, impedirebbe ancora per circa la metà del tempo, la vista delle regioni temperate, distribuendosi su di esse in capricciose e perpetuamente variate configurazioni; sui mari della zona torrida si vedrebbe disposto in lunghe fasce parallele, corrispondenti alle zone delle calme equatoriali e tropicali. Per uno

spettatore posto nella Luna, lo studio della nostra geografia non sarebbe un'impresa tanto semplice, quanto si potrebbe immaginare.

Nulla di questo in Marte. In ogni clima e sotto ogni zona la sua atmosfera è quasi perpetuamente serena e trasparente abbastanza per lasciar riconoscere a qualunque momento i contorni dei mari e dei continenti, e per lo più anche le configurazioni minori. Non già che manchino vapori di un certo grado di opacità; ma ben poco impedimento danno essi allo studio della topografia del pianeta. Qua e là vedonsi comparire di quando in quando alcune chiazze biancastre, mutar di posizione e di forma, di raro estendersi sopra aree alquanto ampie; esse prediligono di preferenza alcune regioni, come le isole del Mare Australe e sui continenti le parti segnate sulla carta coi nomi di *Elysium* e di *Tempe*. Il loro candore generalmente diminuisce e scompare nelle ore meridiane del luogo, e si rinforza la mattina e la sera con vicenda molto spiccata. È possibile che siano strati di nuvole, perchè così bianche appajono pure le nubi terrestri nella parte superiore illuminata dal Sole. Però diverse osservazioni conducono a pensare, che si tratti piuttosto di sottili veli di nebbia, anzichè di veri nemi apportatori di temporali e di piogge: se pure non sono temporanee condensazioni di vapore sotto forma di rugiada o di brina.

Adunque, per quanto è lecito argomentare dalle cose osservate, il clima di Marte nel suo generale complesso dovrebbe rassomigliare a quello delle giornate serene nelle alte montagne. Di giorno un'insolazione fortissima, quasi punto mitigata da nuvole o da vapori; di notte una copiosa irradiazione del suolo verso lo spazio celeste, è quindi un grande raffreddamento. Da ciò un clima eccessivo e grandi sbalzi di temperatura dal giorno alla notte e da una stagione all'altra. E come sulla Terra ad altezze di 5000 e 6000 metri i vapori dell'atmosfera più non si condensano che sotto forma solida, formando quelle masse biancastre di diaccioli sospesi, che si chiamano *cirri*; così nell'atmosfera di Marte saranno raramente possibili (od anche non saranno possibili) vere agglomerazioni di nuvole capaci di dar luogo a piogge di qualche momento. Lo squilibrio di temperatura fra una stagione ed un'altra sarà poi accresciuto notabilmente dalla lunga durata delle medesime; e così si comprende la grande coagulazione e dissoluzione di nevi, che si rinnova intorno ai poli ad ogni rivoluzione compiuta dal pianeta intorno al Sole.

IV.

Come le nostre carte dimostrano (1), nella sua generale topografia Marte non presenta alcuna analogia colla Terra. Un terzo della sua superficie è occupato dal gran Mare Australe, che è sparso di molte isole, e spinge entro ai continenti golfi e ramificazioni di varia forma; al suo sistema appartiene un'intera serie di piccoli mari interni, dei quali l'*Adriatico* ed il *Tirreno*

(1) Son fatte queste carte secondo le solite convenzioni dei mappamondi in due emisferi, usando la proiezione detta *omalo grafica*. Presentano il pianeta invertito, come si vede nei cannocchiali astronomici; per tal ragione vedesi in basso il polo Nord, in alto il polo Sud. Coll'inversione del foglio si ottiene la consueta orientazione convenzionale delle carte terrestri.

comunicano con esso per ampie bocche, mentre il *Cimmerio*, quello *delle Sirene*, e il *Lago del Sole* non hanno con esso relazione che per mezzo di angusti canali. Si noterà nei quattro primi una disposizione parallela, che certo non è accidentale, come pure non senza ragione è la corrispondente positura delle penisole *Ausonia*, *Esperia* ed *Atlantide*. Il colore dei mari di Marte è generalmente bruno misto di grigio, non sempre però di uguale intensità in tutti i luoghi, nè nel medesimo luogo è uguale in ogni tempo. Dal nero completo si può scendere al grigio chiaro ed al cinereo. Tal diversità di colore può aver origine da varie cause, e non è senza analogia anche sulla Terra, dove è noto che i mari delle zone calde sogliono essere più oscuri che i mari più vicini al polo. Le acque del Baltico, per esempio, hanno un color luteo chiaro, che non si osserva nel Mediterraneo. E così pure nei mari di Marte si vede il colore farsi più cupo quando il sole si avvicina alla loro verticale e l'estate comincia a dominare in quelle regioni.

Tutto il resto del pianeta fino al polo Nord è occupato dalle masse dei continenti, nelle quali, salvo alcune aree di estensione relativamente piccola, predomina il colore aranciato, che talvolta sale al rosso più cupo, altre volte scende al giallo ed al biancastro. La varietà di questa colorazione è in parte d'origine meteorica, in parte può dipendere dalla diversa natura del suolo, e sulle sue cause ancora non è possibile appoggiare ipotesi molto fondate. Neppure è nota la causa di questo predominio delle tinte rosse e gialle sulla superficie del vecchio *Pyrois*. Alcuno ha creduto di attribuire questa colorazione all'atmosfera del pianeta, attraverso alla quale si vedrebbe colorata la superficie di Marte, come rosso diventa un oggetto terrestre qualsiasi, veduto a traverso vetri di tal colore. Ma a ciò si oppongono più fatti, fra gli altri questo, che le nevi polari appajono sempre del bianco più puro, benchè i raggi di luce da esse derivati attraversino due volte l'atmosfera di Marte sotto una grande obliquità. Noi dobbiamo dunque concludere che i continenti marziali ci appajono rossi e gialli, perchè tali veramente sono.

Oltre a queste regioni oscure e luminose, che noi abbiamo qualificato per mari e continenti, e la cui natura ormai non lascia luogo che a poco dubbio, alcune altre ne esistono, veramente poco estese, di natura anfibia, le quali talvolta ingialliscono e sembrano continenti, in altri tempi vestono il bruno (anche il nero in certi casi) e assumono l'apparenza dei mari; mentre in altre epoche la loro colorazione intermedia lascia dubitare a qual classe di regioni esse appartengano. Quasi tutte le isole sparse nel Mare Australe e nel Mare Eritreo appartengono a questa categoria, così pure le lunghe penisole chiamate *Regioni di Deucalione* e di *Pirra*, e in contiguità del Mare Acidalio le regioni segnate coi nomi di *Baltia* e di *Nerigos*. L'idea più naturale e più conforme all'analogia sembra quella di supporre in esse vaste lagune, su cui variando le profondità dell'acqua si produca la diversità del colore, predominando il giallo in quelle parti dove la profondità del velo liquido è ridotta a poco od anche a niente, e il colore bruno più o meno oscuro nei luoghi dove

le acque sono tanto alte da assorbire molta luce e da rendere più o meno invisibile il fondo. Che l'acqua del mare o qualsiasi acqua profonda e trasparente veduta dall'alto appaja tanto più oscura quanto maggiore è l'altezza dello strato liquido, e che le terre in confronto di esse appajano chiare sotto l'illuminazione del Sole, è cosa nota e confermata da certissime ragioni fisiche. Chi viaggia nelle Alpi spesso ha occasione di convincersene, vedendo dalle cime neri come l'inchiostro stendersi sotto i suoi piedi i profondi laghetti di cui sono seminate, in confronto dei quali luminose appajono anche le rupi più nereggianti percosse dal sole (1).

Non senza fondamento adunque abbiamo finora attribuito alle macchie oscure di Marte la parte di mari e quella di continenti alle aree rosseggianti che occupano quasi i due terzi di tutto il pianeta, e troveremo più tardi altre ragioni che confermano tal modo di vedere. I continenti formano nell'emisfero boreale una massa quasi unica e continua, sola eccezione importante essendo il gran lago detto *Mare Acidalio*, del quale l'estensione pare mutarsi secondo i tempi e connettersi in qualche modo colle inondazioni che dicemmo prodotte dallo sciogliersi delle nevi intorno al polo boreale. Al sistema del *Mare Acidalio* appartiene senza dubbio il lago temporario denominato *Iperboreo* ed il *Lago Niliaco*: quest'ultimo ordinariamente separato dal *Mare Acidalio* per mezzo di un istmo o diga regolare, la cui continuità soltanto nel 1888 fu vista interrompersi per qualche tempo. Altre macchie oscure minori si trovano qua e là nella parte continentale, le quali potrebbero rappresentare dei laghi, ma non certo laghi permanenti come i nostri; tanto sono variabili d'aspetto e di grandezza secondo le stagioni, al punto da scomparire affatto in date circostanze. Il *Lago Ismenio*, quello *della Luna*, il *Trivio di Caronte* e la *Propontide* sono i più cospicui e i più durevoli. Ve ne sono di piccolissimi, quali il *Lago Meride* e il *Fonte di Gioventù*, che nella loro maggiore appariscenza non superano i 100 o 150 chilometri di diametro e contano fra gli oggetti più difficili del pianeta.

Tutta la vasta estensione dei continenti è solcata per ogni verso da una rete di numerose linee o strisce sottili di color oscuro più o meno pronunziato, delle quali l'aspetto è molto variabile. Esse percorrono sul pianeta spazi talvolta lunghissimi con corso regolare, che in nulla rassomiglia l'andamento serpeggiante dei nostri fiumi; alcune più brevi non arrivano a 500 chilometri, altre invece si estendono a più migliaja, occupando un quarto ed anche talvolta un terzo di tutto il giro del pianeta. Alcune di esse è abbastanza facile a vedere, e più di tutte quella che è presso l'estremo limite sinistro delle nostre carte, designata col nome di *Nilosyrtis*: altre invece sono estremamente difficili, e rassomigliano a tenuissimi fili di ragno tesi attraverso al disco. Quindi molto varia è altresì la loro larghezza, che può rag-

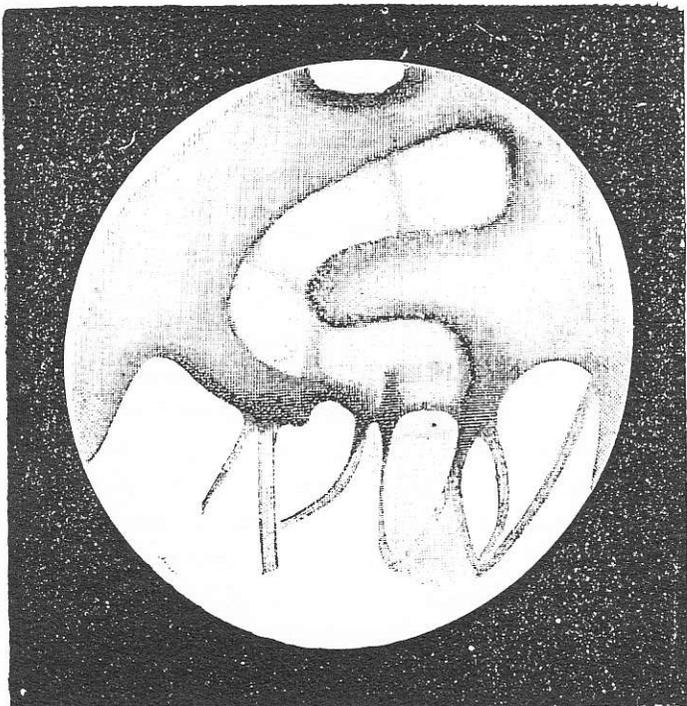
(1) Questa osservazione del colore oscuro che mostran le acque profonde vedute dall'alto in basso, si trova già fatta dal primo pittor delle memorie antiche, il quale nell'Iliade (versi 770-71 del libro V) descrive « la sentinella che dall'alta vedetta stende lo sguardo sopra il mare color del vino, εἴροπα πόντον ». Nella versione del Monti l'aggettivo indicante il colore è andato perduto.

giungere 200 od anche 300 chilometri per la Nilosirte, mentre per altre forse non arriva a 30 chilometri.

Queste linee o strisce sono i famosi *canali* di Marte, di cui tanto si è parlato. Per quanto si è fino ad oggi potuto osservare, sono certamente configurazioni stabili del pianeta; la Nilosirte è stata veduta, in quel luogo da quasi cent'anni, ed alcune altre da trent'anni almeno. La loro lunghezza e giacitura è costante, o non varia che entro strettissimi limiti; ognuna di esse comincia e finisce sempre fra i medesimi termini. Ma il loro aspetto e il loro grado di visibilità sono assai variabili per tutte da un'opposizione ad un'altra, anzi talvolta da una settimana all'altra; e tali variazioni non hanno luogo simul-

taneamente e con ugual

legge per tutte, ma nel più dei casi succedono quasi a capriccio, od almeno secondo regole non abbastanza semplici per essere subito intese da noi. Spesso una o più diventano indistinte od anche affatto invisibili, mentre altre loro vicine ingrossano al punto da diventar evidenti anche in cannocchiali di mediocre potenza. La prima delle nostre carte presenta tutte quelle che sono state vedute in una lunga serie di osservazioni; essa tuttavia non corrisponde all'aspetto di Marte in



Marte osservato col grande telescopio di Brera, la sera del 15 settembre 1892.

alcuna epoca, perchè generalmente soltanto poche sono visibili di un tratto (1).

Ogni canale (per ora chiamiamoli così) alle sue estremità sbocca o in

(1) La continua variabilità dei minuti particolari fa sì che una carta di Marte non può mai esser altro che una rappresentazione convenzionale o schematica della superficie del pianeta. Per aver un'idea esatta del suo aspetto fisico, quale si presenta nei telescopi, bisogna ricorrere ai disegni, dei quali molte centinaia si trovano raccolte nell'opera del Flammarion *La Planète Mars*. Un esempio ne dà la figura della pagina precedente, la quale è stata disegnata col grande telescopio di Brera nella sera del 15 settembre 1892. L'immagine è rovesciata, quale nel campo telescopico appariva. Il disco di Marte allora non era più rotondo, ma alquanto deficiente a cagione della non diretta illuminazione del Sole; rassomigliava alla Luna due giorni prima del plenilunio. Comparando il disegno colla carta è facile riconoscere in quello la costa molto accidentata del Mare Eritreo, che corre press'a poco lungo l'equatore del pianeta. Molto evidente è il doppio corno del Golfo Sabeo, e a destra di esso il Golfo delle Perle. Il continente al di sotto dobbiamo immaginarlo giallo brillante; lo si vede solcato da parecchi canali, nei quali non sarà difficile ravvisare il *Phison*, l'*Eufrate*,

un mare, od in un lago, od in un altro canale, o nell'intersezione di più altri canali. Non si è mai veduto uno di essi rimaner troncato nel mezzo del continente, rimanendo senza uscita e senza continuazione. Questo fatto è della più alta importanza. I canali possono intersecarsi fra di loro sotto tutti gli angoli possibili; ma di preferenza convergono verso le piccole macchie cui abbiamo dato il nome di laghi. Per esempio sette se ne veggono convergere nel *Lago della Fenice*, otto nel *Trivio di Caronte*, sei nel *Lago della Lima*, sei nel *Lago Ismenio*.

L'aspetto normale di un canale è quello di una striscia quasi uniforme nera o almeno di colore oscuro simile a quello dei mari, in cui la regolarità del generale andamento non esclude piccole diversità di larghezza e piccole sinuosità nei due contorni laterali. Spesso avviene che tal filetto oscuro, mettendo capo al mare, si allarghi in forma di tromba, formando una vasta baja, simile agli estuari di certi fiumi terrestri: il *Golfo delle Perle*, il *Golfo Aonio*, il *Golfo dell'Aurora*, e i due corni del *Golfo Sabeo* sono così formati dalla foce di uno o più canali sboccanti nel Mare Eritreo o nel Mare Australe. L'esempio più grandioso di tali golfi è la *Gran Sirte*, formata dalla vastissima foce della *Nilosirte* già nominata; questo golfo non ha manco di 1800 chilometri di larghezza e quasi altrettanti di profondità nel senso longitudinale, e la sua superficie è di poco minore che quella del golfo di Bengala. In questi casi si vede manifestamente la superficie oscura del mare continuarsi senza apparente interruzione in quella del canale; quindi, ammesso che le superficie chiamate mari siano veramente espansioni liquide, non si può dubitare che i canali siano di esse un semplice prolungamento a traverso delle aree gialle, o dei continenti.

Che del resto le linee dette *canali* siano veramente grandi solchi o depressioni delle superficie del pianeta destinate al passaggio di masse liquide, e costituiscano su di esso un vero sistema idrografico, è dimostrato dai fenomeni che in quelli si osservano durante lo struggersi delle nevi boreali. Già dicemmo che queste, nello sciogliersi appaiono circondate da una zona oscura, formante una specie di mare temporario. In tale epoca i canali delle regioni circostanti si fanno più neri e più larghi, ingrossando al punto da ridurre, in un certo momento, ad isole di poca estensione tutto le aree gialle comprese fra l'orlo della neve e il 60° parallelo nord. Tale stato di cose non cessa, se non quando le nevi, ridotte ormai al loro minimo di estensione, cessano di struggersi. Si attenuano allora le larghezze dei canali, scompare

l'Oronte, il *Gehon*, *l'Indo*, *l'Idaspe* e la *Iamuna*. L'Eufrate dava sospetto di esser duplicato. In alto del disco il *Mare Eritreo* e il *Mare Australe* appaiono divisi da una gran penisola curvata a guisa di falce, prodotta da una insolita appariscenza della regione detta di *Deucalione*, la quale si allungò quest'anno fino a raggiungere le isole *Noachide* ed *Argyre*, formando con queste un tutto continuato, con deboli tracce di separazione, sulla lunghezza di quasi 6000 chilometri. Il suo colore, molto meno brillante che quello dei continenti, era un misto del giallo di questi col bruno grigio dei mari contigui. In alto l'ovale chiara deve immaginarsi del bianco più splendido e più puro: rappresenta la calotta delle nevi australi, ridotta alla forma ellittica dallo scorcio della prospettiva, molto obliqua in quel luogo. Perché non bisogna mai dimenticare che davanti a noi abbiamo, sotto forma d'un disco, la curvatura d'un emisfero.

il mare temporario, e le aree gialle riprendono l'estensione primitiva. Le diverse fasi di questa grandiosa operazione si rinnovano ad ogni giro di stagioni ed i loro particolari si son potuti osservare con molta evidenza nelle opposizioni 1882, 1884, 1886, quando il pianeta presentava allo spettatore terrestre il suo polo boreale. L'interpretazione più naturale e più semplice è quella che abbiám riferito, di una grande inondazione prodotta dallo squagliarsi delle nevi; essa è intieramente logica, e sostenuta da evidenti analogie con fenomeni terrestri. Concludiamo pertanto, che i canali son tali di fatto, e non solo di nome. La rete da essi formata probabilmente fu determinata in origine dallo stato geologico del pianeta, e si è venuta lentamente elaborando nel corso dei secoli. Non occorre suppor qui l'opera di esseri intelligenti; e malgrado l'apparenza quasi geometrica di tutto il loro sistema, per ora incliniamo a credere che essi siano prodotti dell'evoluzione del pianeta, appunto come sulla Terra il canale della Manica e quello di Mozambico.

Sarà un problema non men curioso che complicato e difficile lo studiare il regime di questi immensi corsi d'acqua, da cui forse dipende principalmente la vita organica sul pianeta, dato che vita organica vi sia. Le variazioni del loro aspetto dimostrano che questo regime non è costante: quando scompaiono o lasciano di loro tracce dubbie e mal definite è lecito supporre, che siano in magra, od asciutti affatto. Allora nel luogo dei canali rimane o niente, oppure al più una striscia di colore giallastro poco diverso dal fondo circostante. Talvolta prendono un aspetto nebuloso, di cui per ora non si saprebbe assegnar la ragione. Altre volte invece producono veri allagamenti, espandendosi a 100, 200 o più chilometri di larghezza, e questo avviene anche per canali molto lontani dal polo boreale secondo norme fin qui sconosciute. Così è avvenuto dell'*Idaspe* nel 1864, del *Simoenta* nel 1879, dell'*Acheronte* nel 1884, del *Tritone* nel 1888. Lo studio diligente e minuto delle trasformazioni di ciascun canale condurrà più tardi a conoscere le cause di questi fatti.

Ma il fenomeno più sorprendente dei canali di Marte è la loro *geminazione*; la quale sembra prodursi principalmente nei mesi che precedono e in quelli che seguono la grande inondazione boreale, intorno alle epoche degli equinozi. In conseguenza di un rapido processo, che certamente dura pochissimi giorni, od anche forse solo poche ore, e del quale i particolari non si sono ancora potuti afferrare con sicurezza, un dato canale muta d'aspetto e d'un tratto si trova trasformato su tutta la sua lunghezza in due linee o strisce uniformi, per lo più parallele fra di loro, che corrono dritte ed uguali con tracciamento geometricamente tanto esatto, quanto suole esser presso di noi quello di due rotaje di ferrovia. Ma questo esatto andamento è il solo termine di rassomiglianza colle dette rotaje: perchè nelle dimensioni non vi è alcun paragone possibile, come del resto è facile immaginare. Le due linee seguono a un dipresso la direzione del primitivo canale, e terminano nei luoghi dov'esso terminava. L'una di esse spesso si sovrappone quanto più è

possibile all' antica linea, l' altra essendo di nuovo tracciamento; ma anche in questo caso l' antica linea perde tutte le piccole irregolarità e curvature che poteva avere. Ma accade ancora, che ambe le linee geminate occupino dalle due parti dell'ex canale un terreno interamente nuovo. La distanza fra le due linee è diversa nelle diverse geminazioni, e da 600 chilometri e più scende fino all' ultimo limite, in cui due linee possono apparir separate nei grandi occhi telescopici, meno di 50 chilometri d'intervallo; la larghezza di ciascuna striscia per sè può variare dal limite di visibilità, che supponiamo 30 chilometri, fino a più di 100. Il colore delle due linee varia dal nero ad un rosso scialbo, che appena si distingue dal fondo giallo generale delle superficie continentali; l'intervallo è per lo più di questo giallo, ma in più casi è sembrato bianco. Le geminazioni poi non sono necessariamente legate ai soli canali, ma tendono anche prodursi sui laghi. Spesso si vede uno di questi trasformarsi in due brevi e larghe liste oscure fra loro parallele, tramezzate da una lista gialla. In questi casi naturalmente la geminazione è breve, e non esce dai limiti del lago primitivo.

Le geminazioni non si manifestano tutte insieme, ma arrivata la loro stagione cominciano a prodursi or qua, or là, isolate in modo irregolare, o almeno senza ordine facilmente riconoscibile. Per molti canali mancano affatto (come per la Nilosirte, a cagion d'esempio), o sono poco visibili. Dopo aver durato qualche mese, si affievoliscono gradatamente e scompajono fino ad una nuova stagione egualmente propizia a questo fenomeno. Così avviene che in certe altre stagioni (specialmente presso il solstizio australe del pianeta) se ne vedono poche, od anche non se ne vede affatto. In diverse apparizioni la geminazione del medesimo canale può presentare diversi aspetti quanto a larghezza, intensità e disposizione delle due strisce: anche in qualche caso la direzione delle linee può mutarsi, benchè di pochissima quantità; sempre però deviando di piccolo spazio dal canale con cui è associata strettamente. Da questa importante circostanza si comprende immediatamente, che le geminazioni non possono essere formazioni stabili della superficie di Marte, e di carattere geografico, come i canali. La seconda delle nostre carte può dare un'idea approssimativa dell'aspetto che presentano queste singolarissime formazioni. Essa comprende tutte le geminazioni osservate dal 1882 fino al presente; nel riguardarla bisogna tener a mente, che non di tutte l'apparizione è stata simultanea, e che pertanto quella carta non rappresenta lo stato di Marte in nessun' epoca; essa non è che una specie di registro topografico delle osservazioni finora fatte in diversi tempi su quel fenomeno.

L'osservazione delle geminazioni è una delle più difficili, e non può farsi che da un occhio bene esercitato, aiutato da un telescopio di accurata costruzione e di grande potenza. Ciò spiega perchè non siano state vedute prima del 1882. Nei dieci anni trascorsi da quel tempo esse sono state vedute e descritte da otto o dieci osservatori. Nondimeno alcuni ancora negano che siano fenomeni reali e tacciano d'illusione (o anche d'impostura) coloro che affermano d'averle osservate.

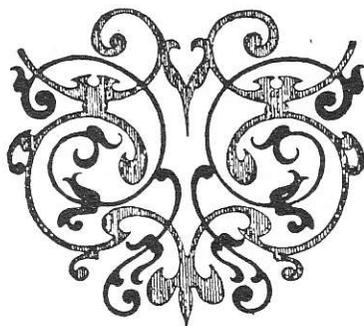
Il loro singolare aspetto e l'esser disegnate con assoluta precisione geometrica, come se fossero lavori di riga o di compasso, ha indotto alcuni a ravvisare nelle medesime l'opera di esseri intelligenti, abitatori del pianeta. Io mi guarderò bene dal combattere questa supposizione, la quale nulla include d'impossibile. Notisi però che in ogni caso non potrebbero essere opere di carattere permanente, essendo certo, che una stessa geminazione può cambiare di aspetto e di misura da una stagione all'altra. Si possono tuttavia assumere opere tali, da cui una certa variabilità non sia esclusa, per esempio, lavori estesi di coltura e di irrigazione su larga scala. Aggiungerò ancora, che l'intervento di esseri intelligenti può spiegare l'apparenza geometrica delle geminazioni, ma non è punto necessario a tale intento. La geometria della Natura si manifesta in molti altri fatti, dai quali è esclusa l'idea di un lavoro artificiale qualunque. Gli sferoidi così perfetti dei corpi celesti e l'anello di Saturno non furon lavorati al tornio, e non è col compasso che Iride descrive nelle nubi i suoi archi così belli e così regolari; e che diremo delle infinite varietà di bellissimi e regolarissimi poliedri onde è ricco il mondo dei cristalli? E nel mondo organico, non è geometria bella e buona quella che presiede alla distribuzione delle foglie di certe piante, che ordina in figure stellate così simmetriche tanti fiori del prato, tanti animali del mare; che produce nelle conchiglie quelle spirali coniche così eleganti, da disgradarne ciò che di più bello ha fatto l'architettura gotica? In tutte queste cose le forme geometriche sono conseguenze semplici e necessarie di principî e di leggi che governano il mondo fisico e fisiologico. Che poi questi principî e queste leggi siano esplicazioni di una potenza intelligente superiore, possiamo ammetterlo; ma ciò nulla fa al presente argomento.

In omaggio dunque al principio, che nella spiegazione dei fatti naturali convenga sempre cominciare dalle supposizioni più semplici, le prime ipotesi proposte sulla natura e sulla causa delle geminazioni hanno per lo più messo in opera solamente le azioni della natura inorganica. Sono o effetti di luce nell'atmosfera di Marte, o illusioni ottiche prodotte da vapori in vario modo, o fenomeni glaciali d'un inverno perpetuo a cui sarebbe condannato tutto il pianeta, o crepature raddoppiate nella superficie di esso, o crepature semplici, di cui si duplica l'immagine per effetto di fumo eruttato su lunghe linee e spostato lateralmente dal vento. L'esame di questi ingegnosi tentativi conduce tuttavia a concludere, che nessuno di essi sembra corrispondere per intero ai fatti osservati nel loro insieme e nei particolari. Alcune di tali ipotesi non sarebbero neppur nate, se i loro Autori avessero potuto esaminare le geminazioni coi proprii occhi. Che se alcuno di questi, ragionando *ad hominem*, mi domandasse: sapete voi immaginar qualche cosa di meglio? risponderci candidamente di no.

Più facile sarebbe il compito, se volessimo introdurre forze appartenenti alla natura organica. Qui è immenso il campo delle supposizioni plausibili, potendosi immaginare infinite combinazioni capaci di soddisfare alle apparenze,

anche con piccoli e semplici mezzi. Vicende di vegetazione su vaste aree e generazioni d'animali anche minimi in enorme moltitudine potrebbero benissimo rendersi visibili a tanta distanza. A quel modo che un osservatore posto nella Luna potrebbe avvedersi delle epoche, in cui sulle nostre vaste pianure succede l'aratura dei campi, il nascere e la messe del frumento; a quel modo che il fiorir dell'erba nelle vastissime steppe dell'Europa e dell'Asia deve rendersi sensibile anche alla distanza di Marte per una varietà di colorazione; così può certamente rendersi visibile a noi un eguale sistema di operazioni che si produca in quegli astri. Ma come difficilmente i Lunari ed i Marziali potrebbero immaginare le vere cause di tali mutazioni d'aspetto senza aver prima qualche conoscenza almeno superficiale della natura terrestre: così anche per noi, che tanto poco conosciamo dello stato fisico di Marte e nulla del suo mondo organico, la grande libertà di supposizioni possibili rende arbitrarie tutte le spiegazioni di tal genere, e costituisce il più grave ostacolo all'acquisto di nozioni fondate. Tutto quello che possiamo sperare è, che col tempo si diminuisca gradatamente l'indeterminazione del problema, dimostrando, se non quello che le geminazioni sono, almeno quello che non possono essere. Dobbiamo anche confidare un poco in ciò, che Galileo chiamava *la cortesia della Natura*, in grazia della quale talvolta da parte inaspettata sorge un raggio di luce ad illuminare argomenti prima creduti inaccessibili alle nostre speculazioni; di che un bell'esempio abbiamo nella chimica celeste. Speriamo adunque, e studiamo.

GIOVANNI SCHIAPARELLI.



G. SCHIAPARELLI

LA VITA

SUL

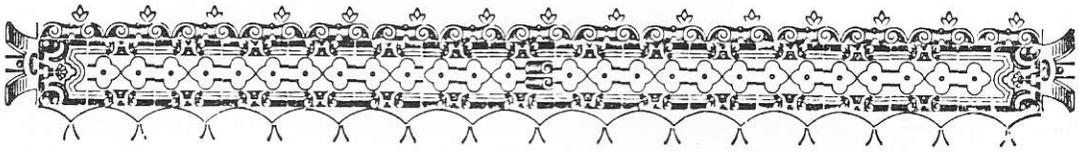
PIANETA MARTE

Estratto dal fascicolo N.º 11

Anno IV — 1895

della Rivista « Natura ed Arte »

PROPRIETÀ LETTERARIA



Semel in anno licet insanire.

Ll singolar globo di Marte, che sotto più riguardi tanto rassomiglia al nostro, e nel quale sembrano celsarsi così interessanti misteri, ogni giorno più chiama a sè l'attenzione pubblica, e sempre più è fatto oggetto di accurati studi e di ardite speculazioni. Esso non è intieramente sconosciuto ai lettori di *Natura ed Arte*, i quali ricorderanno senza dubbio la descrizione accompagnata da disegni, che ne fu pubblicata nei due fascicoli di febbraio 1893. Non senza ammirazione essi han potuto vedere quelle macchie oscure e quelle regioni più chiare della sua superficie, che si considerano come rappresentanti mari e continenti; le misteriose linee, dette *canali*, or semplici or doppie, che lo solcano per ogni verso in forma di fitto reticolato; le vicissitudini del clima nei suoi due emisferi; e specialmente le nevi che biancheggiano intorno ai suoi poli, e con alterna vece crescono e decrescono secondo le stagioni, nè più nè meno di quello che si osserva nelle regioni agghiacciate che occupano le zone polari del nostro globo.

Nell'anno decorso 1894 il pianeta essendosi molto avvicinato alla Terra (siccome suol fare periodicamente ad intervalli di circa 26 mesi), si trovò a buona portata dei grandi telescopi astronomici; e così fu possibile di fare alcune osservazioni importanti. Durante l'epoca del massimo avvicinamento (che fu nei mesi di settembre e di ottobre) la posizione dell'asse di Marte rispetto al sole, e le stagioni dei suoi emisferi furono press'a poco quelle; che han luogo per la Terra ogni anno durante il mese di gennaio. Per l'emisfero boreale di Marte era appena passato il solstizio d'inverno; l'emisfero australe, invece, che si trovava principalmente in vista, era nelle condizioni atmosferiche che noi espe-

rimentiamo nel mese di luglio, cioè al principio e al colmo della state. Le regioni polari australi e il polo antartico del pianeta brillavano nell'illuminazione perpetua; e sotto la sferza incessante del sole le nevi di quel polo parvero decrescere a colpo d'occhio.

Le prime osservazioni si fecero in Australia alla fine di maggio col gran telescopio dell'osservatorio di Melbourne, essendo il pianeta ancora a grande distanza della terra. Il 25 maggio (epoca, che per l'emisfero australe di Marte corrispondeva press'a poco alla metà della primavera) i ghiacci si estendevano tutt'intorno al polo australe fino a 67° di latitudine; l'area nevosa formava una calotta ben terminata e simmetrica di 2800 chilometri di diametro.

A partir da quel punto fino alla metà d'agosto, per lo spazio di 80 giorni e più, l'orlo circolare della regione nevata andò restringendosi con molta regolarità, avvicinandosi al polo in ragione di 13 chilometri al giorno: così che a mezzo agosto il diametro delle nevi da 2800 chilometri si trovò ridotto a 600. Durante questo intervallo, e precisamente verso la fine di giugno, si manifestò nella calotta bianca una grande spaccatura, che ne separava un segmento di considerabile ampiezza. Quest'ultimo scomparve presto, e non restò che la massa principale, notabilmente diminuita.

Da mezzo agosto alla fine di settembre la diminuzione delle nevi intieramente si arrestò, quantunque appunto in quell'intervallo avesse luogo il solstizio australe del pianeta (31 agosto) e con esso la massima irradiazione del Sole su quelle regioni. Il 24 di settembre l'area circolare nevosa aveva ancora quasi lo stesso diametro di 600 chilometri, che era stato misurato il 13 di agosto.

La causa sconosciuta, che produsse questo

arresto nel ritirarsi dei ghiacci, parve cessare negli ultimi giorni di settembre; il limite delle nevi continuò a progredire verso il polo, questa volta in ragione di dieci chilometri al giorno; e non finì che colla *distruzione totale* delle nevi stesse, la quale da diversi osservatori fu assegnata ad epoche alquanto diverse, ma si può stimare che avesse luogo intorno al 25 ottobre, coll'incertezza di alcuni giorni in più od in meno. Così rimase il polo australe di Marte affatto nudo di ghiacci fino a questo giorno in cui scrivo (4 aprile 1895). Nell'intervallo si videro bensì di quando in quando comparire certe macchie bianche in molta vicinanza del polo; nessuna di queste però è stata permanente, e si deve credere che rappresentassero neviccate di carattere locale e transitorio. Quale fortuna sarebbe per i nostri geografi, se un simile scioglimento completo dei ghiacci si producesse anche una sola volta sopra ciascuno dei due poli della Terra!

Da che si è incominciato a studiar Marte con qualche attenzione, è questa la prima volta in cui è accaduto di osservare la completa dissoluzione delle sue nevi antartiche. Essa si può stimare avvenuta circa 55 giorni dopo il solstizio australe, cioè dopo l'epoca, in cui la massima intensità della radiazione solare si fece sentire in quella regione. Nel 1862, trovandosi il pianeta in una stagione identica, Lassell vide quelle medesime nevi ancora molto estese: 94 giorni dopo il solstizio australe il loro diametro non era minore di 500 chilometri. Nell'anno 1880 io le vidi ancora a Brera 144 giorni dopo il solstizio australe. Possiamo argomentare da questo, che in Marte, come sulla Terra, il corso delle stagioni non è perfettamente il medesimo in tutti gli anni, e che si danno colà, come presso di noi, estati più lunghe o più calde, ed altre più brevi o più fresche.

La rapida fusione di così ingenti quantità di neve non può essere senza conseguenze sulle condizioni idrografiche del pianeta. Sulla terra la fusione delle nevi artiche ed antartiche non può essere di molta conseguenza, prima perchè le aree ghiacciate polari sono ambedue circondate dal medesimo mare, il quale, se cresce di livello per lo sciogliersi di una parte delle nevi artiche, d'altrettanto decresce pel contemporaneo coagularsi di nuove nevi antartiche. Una simil compensazione non può aver luogo su Marte in modo così sem-

plice ed immediato, essendo il maggior mare, che circonda il polo antartico, intieramente separato da quegli altri mari assai minori o piuttosto laghi, che stanno vicino al polo artico; siccome si può vedere dando uno sguardo alla carta di Marte qui unita (1). L'equilibrio nelle masse liquide dei due emisferi può stabilirsi soltanto per mezzo di deflusso attraverso ai continenti che occupano le regioni intermedie; e questa è la causa per cui all'alternato coagularsi e dissolversi delle nevi intorno ai due poli sono da attribuire in gran parte le mutazioni che si osservano nel sistema idraulico del pianeta. Mutazioni, che ai nostri telescopi son rese manifeste dalla modificata estensione dei mari, e dalla varietà d'aspetto di quelle strisce oscure che segnano le zone d'inondazione e di deflusso; le quali pertanto non senza un po' di ragione furon chiamate *canali*, quantunque tal nome si debba intendere in senso assai largo. Piuttosto che veri canali della forma a noi più familiare, dobbiamo immaginarci depressioni del suolo non molto profonde, estese in direzione rettilinea per migliaia di chilometri, sopra larghezza di 100, 200 chilometri od anche più. Io ho già fatto notare altra volta, che, mancando sopra Marte le piogge, questi canali probabilmente costituiscono il meccanismo principale, con cui l'acqua (e con essa la vita organica) può diffondersi sulla superficie asciutta del pianeta. Non è un problema privo d'interesse quello di rendersi conto del modo, con cui può avvenire una tale diffusione.

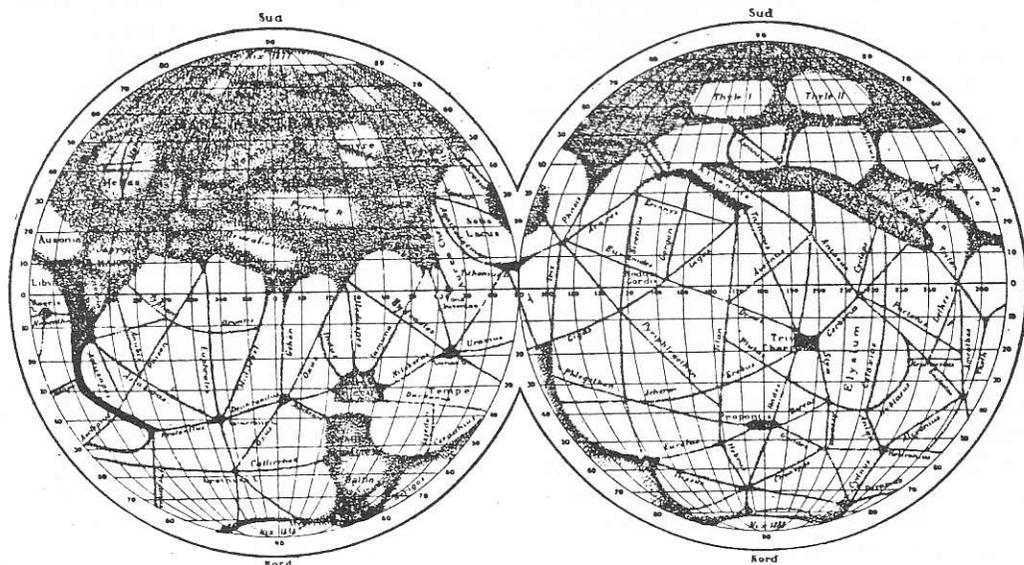
II.

Sulla terra le vicende delle stagioni si corrispondono nei due emisferi con effetti quasi intieramente simmetrici nella loro alternativa. I periodi di freddo e di caldo, di siccità e di pioggia si producono con fasi alternate, ma analoghe, ad intervalli di sei mesi, sotto paralleli di ugual latitudine ai due lati dell'equatore. Le diversità di clima, che si osservano in tal caso, sono di carattere puramente locale, dovute per lo più a condizioni accidentali di natura topografica. Qualche piccola differenza nella meteorologia dei due

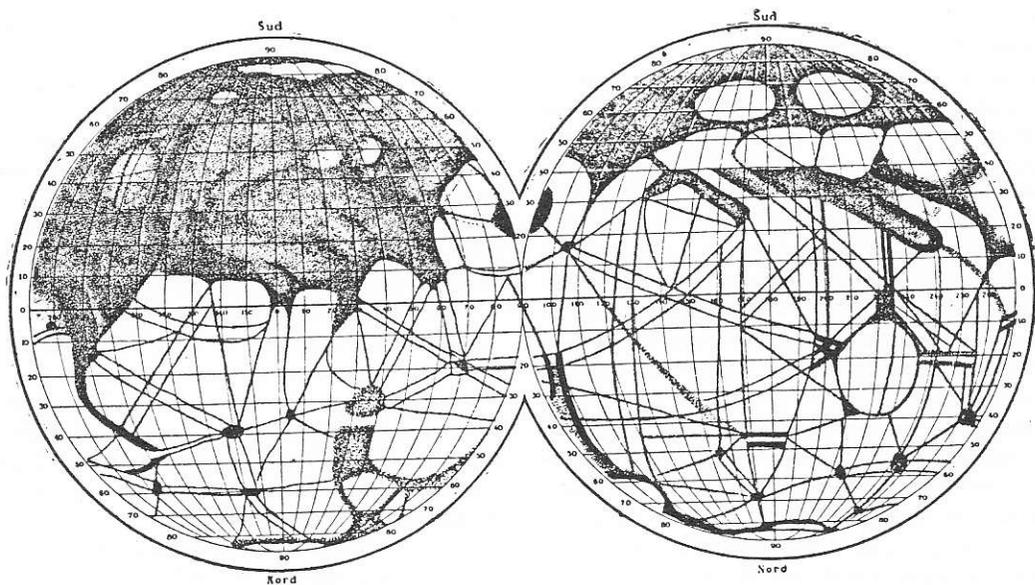
(1) Notisi che in questa carta il pianeta si presenta rovesciato, quale si vede nei telescopi astronomici usuali: quindi il polo artico è in basso, l'antartico in alto rispetto a chi legge le indicazioni delle carte stesse.

emisferi veramente si manifesta a chi consideri le cose con molta precisione; differenza principalmente derivata da ciò, che nell'emis-

sfero australe le aree continentali sono meno estese che nell'emisfero boreale. Ma questo fatto, quantunque degno di studio per il suo



Carta generale del Pianeta Marte
secondo le osservazioni fatte a Milano dal 1877 al presente.



Le geminazioni delle linee oscure del Pianeta Marte
quali furono osservate a Milano principalmente nel 1882 e nel 1888.

carattere generale, praticamente è di poca importanza nella considerazione del clima di una data regione australe o boreale della Terra.

In Marte le cose sembrano proceder molto

diversamente. Come dimostra uno sguardo dato alla carta, tutto o quasi tutto l'Oceano è concentrato intorno al polo australe, al quale per conseguenza, e alle circostanti regioni deve corrispondere una vasta depressione nel

suolo solido del pianeta. Al contrario, dall'esser l'emisfero boreale quasi tutto occupato da un gran continente non interrotto, siamo indotti ragionevolmente a credere, che da quella parte si abbian le regioni più elevate, e che più alti di tutti siano i paesi circostanti al polo nord. Questa disposizione di cose fa sì, che lo sciogliersi delle nevi polari può avere, pel clima e per la vita organica, conseguenze ben diverse, secondo che si tratta delle nevi australi o delle nevi boreali. È questo un punto, il quale merita di essere esaminato con qualche cura.

Consideriamo dapprima la calotta dei ghiacci australi, che tutta si forma entro all'Oceano di Marte, e può giungere ad occupare di questo Oceano una parte considerabile, forse un terzo od un quarto. Lo sciogliersi progressivo della medesima avrà per ultimo risultato un innalzamento del livello generale di tutto l'Oceano, e dei mari interni minori, che lo circondano come appendici. Tale elevazione potrà bastare ad inondare tutte le parti più basse dei continenti e specialmente quelle che all'Oceano sono più vicine. In tale stagione infatti si vedono molto più marcati ed oscuri, non solo i mari interni segnati col nome di *Adriatico*, *Tirreno*, *Cimmerio*, *Sirenio*, ecc., ma anche gli stretti più o meno spaziosi che li uniscono all'Oceano, e l'Oceano stesso. I golfi, onde appare frastagliato il continente, diventano più visibili, e con essi anche taluno dei grandi canali che dall'Oceano direttamente si spingono entro terra, per esempio la Gran Sirte e la Nilosirte, che da essa procede. Questa maggior espansione dell'Oceano però non arriva nelle parti più interne dei continenti e nelle regioni boreali; impedita a quanto sembra dalla troppo grande elevazione di queste.

L'effetto dello sciogliersi delle nevi australi è dunque di far uscire il mare dai suoi confini, e di produrre qua e là parziali inondazioni del medesimo sopra alcuni lembi del continente. Ora è molto dubbio, se un tal fenomeno possa riuscire di molto vantaggio per la vita organica, e soprattutto pei supposti abitatori del pianeta. Simili usurpazioni periodiche del mare sul continente hanno anche luogo presso di noi in conseguenza del flusso e del riflusso: e, quantunque siano di periodo breve e si facciano su piccolissima scala, non credo si possano considerare come una benedizione pei paesi dove si producono (Olanda,

Frisia, litorale nord-ovest della Germania): vediamo anzi gli abitanti tentare di difendersene con immense dighe. Per Marte molto dipenderà dalla natura chimica delle sostanze disciolte nell'Oceano. Se, per esempio, quelle acque fossero salate come quelle dei mari terrestri, la zona delle aree invase dal mare ad ogni ritorno dell'estate (che si fa su Marte a periodi di 23 mesi circa dei nostri) potrebbe servire alla formazione di vaste saline, o dar luogo a vegetazioni di carattere speciale. In nessun caso potrebbero quelle acque supplire alla coltivazione delle aree continentali, ed ai bisogni dell'agricoltura quale noi l'intendiamo.

Ben diverso è lo stato di cose che ci si presenta allo sciogliersi delle nevi boreali. Essendo queste collocate nel centro del continente, le masse liquide prodotte dalla liquefazione si diffondono sulla circonferenza della regione nevata, convertendo in mare temporaneo una larga zona del terreno circostante; e, correndo verso le regioni più basse, producono una gigantesca inondazione molto bene osservabile ai nostri telescopi. Tale inondazione si estende per molte e grosse ramificazioni sopra terre prima asciutte, formando presso il polo nord laghi molto estesi, che la carta nostra designa sotto i nomi di *Mare Acidalio* e di *Lago Iperboreo*. Da tal regione inondata si diramano grosse strisce oscure, rappresentanti al nostro sguardo altrettante larghe correnti, per le quali le nevi liquefatte ritornano, o tendono almeno a ritornare verso la loro sede naturale che sta nell'altro emisfero, cioè verso le bassure australi occupate dall'Oceano.

Riflettiamo ora, che la neve è il prodotto di una distillazione atmosferica, nella quale l'acqua si riduce alla purezza quasi completa. Se ciò non fosse, l'evaporazione dei nostri mari condurrebbe alla formazione di piogge d'acqua salata, e di nevi salate; dove tutti sanno, che l'acqua piovana caduta a traverso di una atmosfera non inquinata è acqua quasi assolutamente pura, come assolutamente pura o quasi è l'acqua delle nostre nevi. Adunque la grande inondazione boreale di Marte, risultando dallo scioglimento di nevi cadute in terreno prima asciutto, e non essendo mescolata alle acque di un Oceano, sarà libera da quei sali e da quelle mescolanze, da cui non si può dubitare che sia inquinato l'Oceano australe del pianeta. Ne possiamo concludere,

che se nelle parti asciutte e continentali della superficie di Marte vi è vita organica, gli è esclusivamente o quasi esclusivamente allo sciogliersi delle nevi boreali che deve la sua esistenza: gli è dalla giusta e opportuna ripartizione delle acque venenti dal polo nord, che dipende il suo progresso e il suo sviluppo. E se in Marte esiste una popolazione di esseri ragionevoli capace di vincere la Natura e di costringerla a servire ai propri intenti, la regolata distribuzione di quelle acque sopra le regioni atte a coltura deve costituire il problema principale e la continua preoccupazione degli ingegneri e degli statisti.

III.

Fino a questo punto abbiám potuto arrivare, combinando il risultato delle osservazioni telescopiche con probabili deduzioni tratte da principi conosciuti della Fisica, e da plausibili analogie. Concediamo ora alla fantasia un più libero volo; sempre appoggiati, per quanto è concesso, al fondamento sicuro dell'osservazione e del ragionamento, tentiamo di renderci conto del modo, con cui sarebbe possibile in Marte l'esistenza e lo sviluppo di una popolazione d'esseri intelligenti, dotati di qualità e soggetti a necessità non troppo diverse dalle nostre: e sotto quali condizioni si potrebbe ammettere, che i fenomeni dei così detti canali e delle loro geminazioni possano rappresentare il lavoro di una simil popolazione. Ciò che diremo non avrà il valore di un risultato scientifico, ed anzi confinerà in parte col romanzo. Ma le probabilità a cui per tal modo arriveremo non saranno minori che per tanti altri romanzi più audaci e meno innocui, che sotto il sacro nome di scienza si stampano nei libri e si predicano nelle assemblee e nelle Università.

Comparando il globo della Terra con quello di Marte sotto il rispetto della loro costituzione meteorologica ed idrografica, subito ci appare manifesto, dalle cose dette di sopra, quanto il primo dei due sia meglio disposto per accogliere la vita organica e per favorirne lo sviluppo nelle sue forme superiori. Ai fortunati terricoli l'acqua fecondatrice è distribuita gratuitamente dalla periodica e regolare operazione del gran meccanismo atmosferico. Piove sui nostri campi senza alcun nostro merito: per noi, senza alcuna nostra fatica si condensa sulle montagne il liquido prezioso, che per mezzo dei ruscelli e dei fiumi può in

molti modi esser rivolto a nostro vantaggio, coll'irrigazione, colla navigazione interna, colle macchine idrauliche: e senza di questo dono, che sarebbe il genere umano? Assai più dure condizioni di esistenza ha fatto la Natura ai poveri Marziali. Dove rare sono le nuvole e nulle le piogge, ivi mancano certamente le fonti ed i corsi d'acqua (1). Tutto per loro sembra dipendere, come già si è accennato, dalla grande inondazione prodotta nello sciogliersi delle nevi polari boreali. La loro conservazione e la loro prosperità richiede ad ogni costo, che siano arrestate nella maggior quantità possibile, e trattenute per tutto il tempo necessario quelle acque, prima che vadano a perdersi nel mare australe; che se ne approfitti nel modo più efficace alla coltura di aree abbastanza vaste per assicurare durante un intero anno Marziale (23 mesi nostri) l'esistenza di tutto ciò che vive sul pianeta. Problema forse non tanto facile e non tanto semplice! perchè la somma di acqua disponibile è al più quella che hanno formato le nevi boreali d'una sola invernata; quantità certamente assai grande, la quale però, ripartita sopra tutti i continenti, potrebbe presto diventare insufficiente, anche non tenendo conto delle perdite inevitabili per evaporazione, filtrazione, errori di distribuzione, ecc.

Bastan questi riflessi a persuaderci, che le molte strisce oscure, onde il pianeta è solcato per ogni verso, larghe talvolta quanto il Mar Adriatico od il Mar Rosso e quasi sempre assai più lunghe, non possono, malgrado il nome da noi loro assegnato di *canali*, rappresentare nella loro vera larghezza arterie di deflusso delle acque boreali. Se tali fossero, basterebbero a dar passo in poche ore a tutta quanta la grande inondazione. Non solo le acque non potrebbero esser impiegate a colture che richiedessero la durata di alcuni mesi, ma giungerebbero al mare e vi si perderebbero prima che un vantaggio qualunque se

(1) Sulla totale (o quasi totale) assenza di nuvole e piogge in Marte veggasi quanto ho scritto nel mio articolo precedente (*Natura ed Arte* 1 e 15 febbraio 1893). L'anno scorso è riuscito al signor Douglass, astronomo americano, di studiare e di misurare alcune nuvole di questo pianeta. Una di esse, osservata il 25 e il 26 novembre 1894, era larga 150 chilometri circa o lungo 250; la sua altezza sul suolo del pianeta fu trovata esser più di 25 chilometri; essa sembrava muoversi con una velocità di circa 20 chilometri all'ora. Sulla Terra le nuvole bianche a strisce e frange, chiamate *cirri*, le quali sembrano aver molta analogia colle nuvole di Marte, non sogliono elevarsi a più di 6 od 8 chilometri dal livello del suolo.

ne potesse trarre. Certo per le vie segnate da quelle strisce ha luogo un deflusso, ma non tutte intiere quelle strisce servono al deflusso. La loro larghezza è per tale scopo eccessiva, nè a questo scopo corrisponde bene il loro variabile aspetto, e la loro geminazione. Ciò che noi vediamo là, e che finora abbiamo chiamato *canali*, non sono larghissimi corsi d'acqua, come da alcuno fu creduto. L'ipotesi più plausibile è quella di considerarle come *zone di vegetazione*, estese a destra e a sinistra dei veri *canali*, i quali esistono sì lungo le medesime linee, ma non sono abbastanza larghi da poter esser veduti dalla Terra (1). Queste zone di vegetazione facilmente si distaccano sulle circostanti regioni del pianeta per un colore più cupo, dovuto, com'è da credere, al fatto stesso dell'inaffiatura (si sa che il terreno bagnato è di color più oscuro che l'asciutto e disseccato dal sole) e anche in parte senza dubbio alla presenza stessa della vegetazione; mentre per le aree aride e condannate a perpetua sterilità rimane invariato il color giallo uniforme che predomina su tutti i continenti. Questo colore dobbiamo d'or innanzi considerare come rappresentante il deserto puro ed assoluto; e pur troppo si può far stima, che i nove decimi della superficie continentale di Marte ad esso appartengano.

Proseguendo nelle nostre deduzioni arriveremo a comprendere senza difficoltà, che, regnando in Marte il potere della gravità, quantunque in misura assai minore che sulla Terra (2), i liquidi diffusi alla superficie del pianeta tenderanno a scendere ai luoghi più bassi; e che le zone oscure destinate alla vegetazione saranno più basse delle aree luminose circostanti, in cui l'acqua non può penetrare. Quello pertanto che a noi appare sotto aspetto di striscia oscura, e che da tutti finora si è chiamato *canale*, sarà un grande avvallamento della superficie, esteso secondo la linea retta o secondo il circolo massimo, sopra larghezze e lunghezze comparabili a quelle del Mar Rosso. D'or innanzi daremo ad esso

il nome più proprio di *valle*. La larghezza di una tal valle è in tutti i casi presso che uniforme, e tale dobbiamo credere ne sia pure la profondità, che diverse ragioni c'inducono a credere molto piccola, e certamente poi molte volte minore della larghezza. L'osservazione ci accerta che una tal valle fa sempre capo co' suoi estremi o ad un mare, o ad un lago, o ad un'altra valle consimile. E poichè il color oscuro, effetto della vegetazione e dell'irrigazione, ne occupa tutta l'apparente larghezza, dobbiamo ritenere, che i due pendii laterali siano accessibili alle acque tanto bene quanto il fondo. Quale poi sia stata l'origine di tali valli così numerose ed intrecciate, come si vede sulla carta, non è ora opportuno discutere; però l'enorme loro larghezza non ci dà confidenza di soscrivere all'opinione di coloro, che le credono prodotte di uno scavo artificiale.

La mente nostra non è avvezza a concepire tali grandiose opere come effetto di potenze comparabili a quella dell'uomo. Quando però dalla considerazione generale di questi fatti si scende allo studio minuto dei loro particolari, e soprattutto si ferma l'attenzione sopra le misteriose geminazioni e sulla straordinaria regolarità di forma ch'esse presentano, l'idea che qualche parte almeno secondaria vi possa avere una razza di esseri intelligenti non può esser considerata come intieramente assurda. Anzi, al punto in cui siamo giunti, e data la verità delle cose sin qui esposte, tale supposizione perde quel carattere d'audacia che ci spaventava da principio, e diventa quasi una conseguenza necessaria.

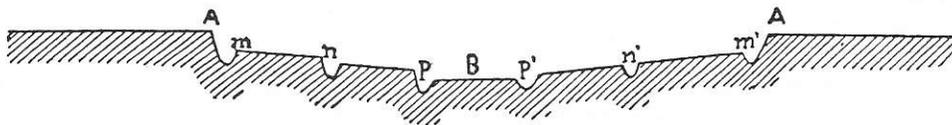
Poniamo infatti per un momento, che lassù tutto si faccia per conseguenza cieca di leggi fisiche, senza intervento alcuno di mente direttiva. Le nevi del polo boreale, a misura che saranno disciolte, correranno all'Oceano seguendo le ampie valli, che loro offrono la strada più facile. Se il fondo delle valli è concavo (come nella maggior parte delle nostre), l'acqua vi si riunirà in una corrente di larghezza molto limitata, e non potrà occupare i pendii laterali, nè produrre sopra di essi l'innaffiamento e le vegetazioni che soli possono renderli a noi visibili. Il corso d'acqua o canale esisterà, ma difficilmente prenderà tale ampiezza da rendersi sensibile al telescopio. Insomma noi non ne vedremo nulla. Perchè l'acqua e la vegetazione po-

(1) Una striscia oscura della superficie di Marte non può esser osservabile coi presenti nostri telescopi, se non ha almeno 30 o 40 chilometri di larghezza.

(2) L'intensità della gravità alla superficie di Marte è minore nel rapporto di 3 ad 8 di quella che ha luogo alla superficie della Terra. Quindi quel peso, che noi chiamiamo di 8 chilogrammi, potrebbe esser sostenuto in Marte da quel tanto di forza muscolare, che a noi occorre per sostenere chilogrammi:

tessero espandersi sopra larghezze di 100 e 200 chilometri, bisognerebbe che il fondo della valle fosse piano e quasi assolutamente uniforme. Avremo allora qualche cosa di simile ad un vasto impaludamento, nel quale potrebbero ottimamente svolgersi una flora ed una fauna somiglianti a quelle della nostra epoca carbonifera. Con tali ipotesi è possibile renderci conto delle strisce oscure semplici; rimane però inesplicito il fenomeno della loro temporanea geminazione. Non si riesce a comprendere perchè in una medesima valle l'innaffiamento e la vegetazione si facciano talvolta sopra una linea unica, tal'altra invece si dividano sopra due linee parallele di larghezza e d'intervallo non sempre eguale in ogni tempo, tra le quali resta uno spazio infecundo o almeno non irrigato. Qui la supposizione di un intervento intelligente è più che mai indicata. E il modo di questo intervento dev'esser determinato dalle condizioni particolari fatte dalla natura ai supposti abitatori del pianeta.

Ora prego il lettore di considerare l'annessa figura, nella quale si è inteso di rappresentare il taglio o sezione trasversale di una delle



larghe valli di Marte. In A A sono le sponde della valle, in B il suo fondo. Se al giungere delle inondazioni s'immettesse l'acqua nella valle senza altro apparato, essa si raccoglierebbe tutta al fondo sotto forma di un gran fiume in quantità probabilmente eccessiva, mentre i pendii laterali rimarrebbero asciutti. Per dare a tutta la valle la irrigazione necessaria così in quantità come in durata, i nostri ingegneri avrebbero scavato (e così dobbiam supporre abbiano fatto anche gl'ingegneri di Marte) a diverse altezze sui due pendii una serie di canali paralleli fra loro e paralleli alle sponde della valle; canali di dimensioni comparabili alla nostra Muzza, al Canale Cavour, al gran Canale del Gange (1). Simili canali, di cui non è necessario qui precisare il numero, sono rappresentati sulla

(1) Quest'ultimo canale è capace d'irrigare sopra tutta la sua lunghezza (che è di 500 chilometri) una zona di terreno larga 35 chilometri. Più non si richiede per i canali qui sopra descritti.

figura dalle incavature segnate colle lettere *m*, *n*, *p*... Fra due canali contigui il terreno segue il pendio naturale verso l'asse della valle, in modo che l'acqua da un canale più alto (come quello segnato *m*) possa arrivare a quello che gli sta sotto (come quello segnato *n*) espandendosi gradatamente su tutta la zona coltivata intermedia *m n*. I due canali più bassi serviranno ad irrigare la zona più bassa di coltivazione, che occupa il fondo della valle. All'estremità boreale di questa stanno i robusti argini, che trattengono entro i dovuti limiti, e fino al tempo opportuno, le acque della grande inondazione; ivi si chiudono e si aprono le porte d'afflusso: mentre per l'estremità australe e più bassa accadrà l'uscita delle acque residue, che vanno a raccogliersi nell'Oceano australe.

Già si è accennato, che la copia d'acque provenienti dalle nevi di una sola invernata sembra piuttosto inferiore che superiore ai bisogni dell'irrigazione; la poca area delle superficie coltivate in confronto colle deserte favorisce questa conclusione. L'apertura dei canali e l'immissione delle acque nelle campagne di una data valle non si potranno quindi

fare a caso, ma dovranno succedersi con certa regola, onde tutte le zone, anche le più alte, possano ricevere il fluido benefico e conservarlo per tanto tempo, quanto ne richiede il ciclo vegetativo delle colture adottate. Male si provvederebbe a questo, se, per esempio, prima che la grande inondazione sia giunta al colmo, si cominciasse a consumar l'acqua per uso delle zone più basse: perchè in tal modo potrebbe avvenire che l'inondazione non raggiungesse il livello necessario per irrigare le zone più alte. Queste ultime pertanto dovranno avere la precedenza in ogni caso.

Così stando dunque disposte le cose; essendo giunta l'estate dell'emisfero Nord, e la grande inondazione boreale essendo arrivata alla massima altezza; il Gran Prefetto dell'Agricoltura ordina che si aprano le chiuse più alte, e che sia immessa l'acqua nei due canali più elevati a destra e a sinistra della valle (segnati colle lettere *m m'* nella figura qui sopra). L'irrigazione si estenderà sopra

le due zone laterali più alte (cioè *mn m'n*); la superficie della valle cambierà colore in queste due zone, l'abitante della Terra vedrà due strisce parallele colorate, cioè una *geminazione*. Trascorso il tempo sufficiente per assicurare il completo ciclo vegetativo in quelle due prime zone, e la grande inondazione boreale essendo già in sul decrescere, si aprono le chiuse conducenti a due canali più bassi *n n'*, i quali frattanto avranno ricevuto anche i residui delle due zone già irrigate. Così sarà aperta alle acque la via per fecondare due altre zone fra loro parallele, *np n'p'*, le quali a loro volta diventeranno visibili all'osservatore terrestre. A quest'ultimo la geminazione sembrerà or composta di due linee più larghe, l'una proveniente dall'insieme delle due zone irrigate di destra, l'altra dall'insieme delle due zone irrigate di sinistra. Ma col cessare della vegetazione nelle zone più alte, *mn m'n*, queste riprenderanno il loro colore primitivo, e cesseranno d'esser visibili; onde a un dato momento nel telescopio non si vedranno che le sole zone *np n'p'* più interne; la geminazione sarà di nuovo composta di due linee sottili, ma l'intervallo fra queste sarà minore di quanto fosse in principio, quando erano irrigate le sole zone *mn m'n*. Così di grado in grado, abbassandosi le acque della grande inondazione, si passerà ad irrigare zone sempre più basse; da ultimo, esaurite ormai quelle acque, se ne profitterà per immetterle nella zona che forma il fondo della valle, cioè nell'intervallo rappresentato con *pp'*. Allo spettatore terrestre apparirà una striscia sola; la geminazione avrà cessato di esistere. E quando il ciclo vegetativo sarà compiuto su tutte le zone della valle, allora soltanto si potranno aprire le porte inferiori per lasciare l'uscita alle acque residue, non senza prima aver riempito i vasti serbatoi necessari all'uso quotidiano di quegli abitanti, e alla coltura dei giardini durante l'intervallo della lunga siccità. Dell'irrigazione avvenuta non rimarrà che qualche traccia accidentale, il terreno ritornerà arido, e l'osservatore terrestre o non vedrà più affatto la valle, o appena ne discernerà qualche lieve indizio.

Questo piano d'operazioni, che io ho descritto qui per fissare le idee su di un caso concreto, non sarà probabilmente il solo ad esser praticato. Non è necessario che l'ordine d'irrigazione delle successive zone sia sempre

ed ovunque così completo e così regolare. Se, per esempio per le colture di Marte fosse necessaria la pratica del maggese, qualche zona dovrebbe esser lasciata senza irrigazione. A norma poi delle diverse specie di coltura dovendo l'irrigazione esser più lunga o più breve, non si avrà sempre la completa simmetria sui due pendii della valle; ma potrà tale irrigazione esser più estesa e più durevole or da una parte or dall'altra, od anche da una parte mancar totalmente. E sul fondo della valle, che sarebbe il luogo più opportuno per boschi, si cercherebbe di mantenere l'umidità per il tempo più lungo che sia possibile. Così potrebbe anche nascere una zona permanente di vegetazione, sempre più o meno osservabile dai telescopi terrestri. In tal modo senza supporre cose miracolose e senza vagare all'impazzata nei campi dell'ignoto, con sobrio uso d'analogie e con plausibili deduzioni, possiamo spiegarci non solo la varia lunghezza e il vario aspetto sotto cui ci appaiono i così detti *canali*, cioè le valli coltivate di Marte; ma ancora dalle necessità pratiche della vita degli ipotetici suoi abitanti possiamo dedurre e l'esistenza delle geminazioni, e la varia larghezza delle linee che le compongono, le mutazioni del loro intervallo. E si riesce a comprendere perchè le strisce, dette *canali*, qualche volta sembrano portarsi più verso destra, e qualche altra volta più verso sinistra, sempre conservando il medesimo orientamento.

Ammesse le linee principali del nostro quadro, non sarà difficile il compierlo nei particolari, e disegnare coll'immaginazione i grandiosi argini necessari per contenere nei giusti limiti l'inondazione boreale; i laghi o serbatoi secondari di distribuzione, necessari per dare le acque a quelle valli, che non fanno capo direttamente a quella inondazione; le opere occorrenti per regolare la distribuzione secondo il tempo e secondo il luogo; i canali di primo, secondo, terzo... ordine destinati a condurre le acque su tutto il terreno irrigabile; i numerosi opifici, a cui le acque potranno dar moto nel loro scendere dai ciglioni laterali della valle al fondo della medesima. Marte dev'esser certamente il paradiso degli idraulici!

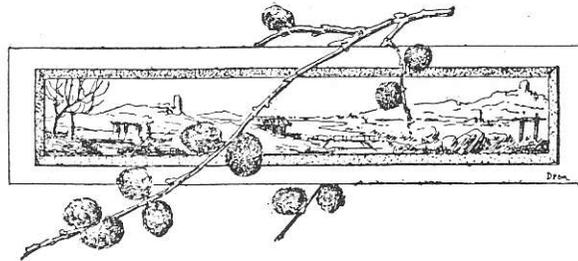
E passando ad un ordine più elevato d'idee, interessante sarà ricercare qual forma d'ordinamento sociale sia più conveniente ad un tale stato di cose, quale abbiamo descritto; se l'intreccio, anzi la comunità d'interessi, onde

Son fra loro inevitabilmente legati gli abitanti d'ogni valle, non rendano qui assai più pratica e più opportuna, che sulla Terra non sia, l'istituzione del socialismo collettivo, formando di ciascuna valle e dei suoi abitanti qualche cosa di simile ad un colossale falanstero, per cui Marte potrebbe diventare anche il paradiso dei socialisti. Bello altresì sarà indagare, se sia meglio ordinar politicamente il pianeta in una gran federazione, di cui ogni valle costituisca uno stato indipendente, oppure se forse, a reggere quel grande organismo idraulico da cui dipende la vita di tutti, e a conciliare le diverse necessità delle diverse valli, non sia forse più opportuna la monarchia universale di Dante. Ed ancora si potrà discutere, a quale rigorosa logica dovrà essere subordinata la legislazione destinata a regolare un così grandioso, vario e complicato complesso d'affari: quali progressi debbano aver fatto colà la Matematica, la Meteorologia, la Fisica,

l'Idraulica e l'arte delle costruzioni, per arrivare alla soluzione dei problemi estremamente difficili e varii, che si presentano ad ogni tratto. Qual singolare disciplina, concordia, osservanza delle leggi e dei diritti altrui debba regnare sopra un pianeta, dove la salute di ciascuno è così intimamente legata alla salute di tutti; dove son certamente sconosciuti i dissidii internazionali e le guerre: dove quella somma ingente di studio e di lavoro e di mezzi, che i pazzi abitanti d'un altro globo vicino consumano nel nuocersi reciprocamente, è tutta rivolta a combattere il comune nemico, cioè le difficoltà che l'avara Natura oppone ad ogni passo.

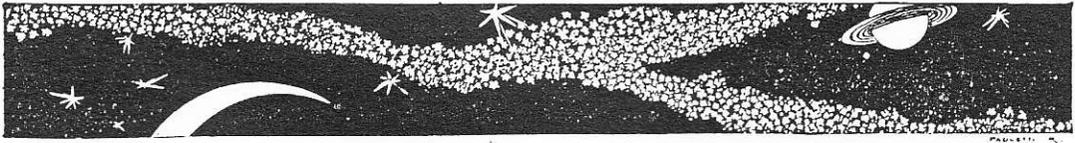
Di tutto questo, o caro lettore, lascio a te l'ulteriore considerazione. Io scendo dall'Ippogrifo; tu, se ti aggrada, puoi continuare la volata. *Messo t'ho innanzi, omai per te ti ciba.*

G. SCHIAPARELLI.



GIOVANNI V. SCHIAPARELLI
IL PIANETA MARTE

Estratto dalla rivista *Natura ed Arte*,
Anno XIX, n° 1, 1° dicembre 1909



IL PIANETA MARTE

Come suol fare a periodi alternati ora di 15 anni, ora di 17 anni, il pianeta Marte nell'autunno scorso passò ad una delle sue minori distanze da noi, avvicinandosi alla Terra fino a 47 milioni di chilometri, ed apparve luminoso e magnifico più che mai non sia stato dal 1877 a questa parte. A quella distanza, il globo di Marte, di cui il diametro arriva a circa 7600 chilometri, sottendeva nell'occhio dell'osservatore terrestre un angolo di 25". Sopra un tal globo ed a tale distanza si possono discernere, con telescopi di sufficiente potenza, le configurazioni topografiche del pianeta con un grado di minutezza e di precisione di cui si può avere un'idea dai qui annessi disegni. E reciprocamente, ad uno spettatore collocato in Marte non riuscirebbe troppo difficile distinguere sulla Terra particolarità del medesimo ordine di grandezza. L'esperienza dimostra, che con un istrumento di dimensioni affatto comuni, munito di una lente obbiettiva di 20 centimetri di diametro, una macchia luminosa su fondo oscuro (od oscura su fondo luminoso) si può distinguere senza troppa difficoltà in Marte alla sopradetta distanza di 47 milioni di chilometri, quando ad un discreto contrasto di colore essa congiunga un diametro reale uguale a $\frac{1}{50}$ del diametro del pianeta, cioè a 153 chilometri. Epperò, usando sufficiente diligenza, si potranno scoprire in Marte, con un obbiettivo della detta dimensione, tutte le isole non minori della Sicilia e tutti i laghi non minori del Ladoga, isole come l'Islanda e Ceylan; laghi come quello di Aral ed il Victoria Nyanza devono esser molto cospicui. Similmente una striscia luminosa su fondo più oscuro, secondo le fatte esperienze, dovrebbe essere ancora visibile quando la sua larghezza non fosse minore di $\frac{1}{100}$ del diametro di Marte, cioè di 80 chilometri o giù di lì. Quindi lingue di Terra ed isole oblunghe come la Jutlandia e Cuba e l'istmo centrale Americano; stretti di mare e laghi oblungi come il Tanganyika, il Nyassa ed il Mar Ver-

miglio di California dovrebbero esser visibili da un ipotetico abitante di Marte, che vi ponesse molta attenzione. Facilissimi dovrebbero essere per lui oggetti come l'Italia, l'Adriatico, il Mar Rosso, Sumatra e Nippon.

Tali sono press'a poco i limiti a cui può arrivare la visione dei particolari di Marte esaminato con una lente obbiettiva di 20 centimetri in quelle occasioni, in cui si trova alla minor possibile sua distanza da noi. Negli ultimi tempi tuttavia gli ottici hanno imparato a costruire lenti obbiettive di molto maggior potenza così per riguardo alla amplificazione, come per riguardo alla precisione delle immagini; quindi i limiti sovra accennati sono stati spesso oltrepassati, malgrado che le difficoltà di esatta costruzione crescano in misura assai maggiore che le dimensioni di questi telescopi giganti.

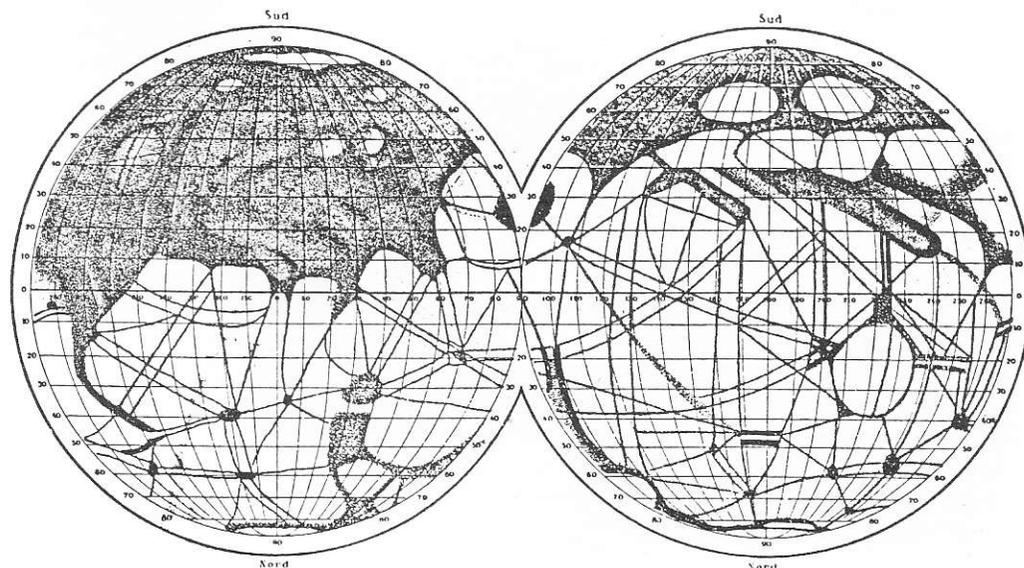
La superficie di Marte presenta un insieme di macchie diversamente colorate, che costituiscono un sistema topografico sotto certi rispetti analogo a ciò che si vede sulla terra, sotto altri invece molto differente. Marte ruota intorno ad un asse come la Terra, ed ai due poli si veggono per lo più brillare di luce vivissima due macchie bianche, le quali presentano vicende periodiche di grandezza, e alternamente crescono e diminuiscono secondo il ciclo delle stagioni, che per Marte è di 687 giorni, mentre per noi è un poco più di 365. Appena si può dubitare che tali macchie bianche polari siano immense estensioni di nevi o di ghiacci. Non sono esse da confondere con altre macchie di candore per lo più meno puro e meno intenso, che talvolta appajono qua e là in tutte le latitudini, prediligendo anche certe regioni della superficie, e che sono state interpretate talvolta come nuvole, o strati di nebbia o condensazioni simili alla nostra brina; si vedono or qua or là senza regola manifesta, e coprono talora vastissime estensioni.

Fuori di queste regioni bianche o biancastre la superficie del pianeta non è tutta di

calotte polari) alcune regioni di carattere intermedio. Vi sono anche regioni di colore variabile, che sembrano appartenere ora all'una ora all'altra classe secondo la direzione in cui il Sole le illumina, o secondo la direzione in cui son vedute dall'osservatore, in dipendenza di cause per adesso ancora sconosciute. Tali variazioni possono farsi entro limiti estesissimi,

intervalli, dà luogo ad altre combinazioni, che scompaiono alla loro volta, per dar luogo ad un rinnovamento più o meno esatto del primitivo stato di cose; tutto questo saltuariamente ed in modo che si potrebbe dire accidentale.

La carta annessa può dare un'idea approssimata del modo con cui sono distribuite le



LE GEMINAZIONI DELLE LINEE OSCURE DEL PIANETA MARTE QUALI FURONO OSSERVATE A MILANO PRINCIPALMENTE NEL 1881 E NEL 1888.

simi, che dal bianco puro possono andare sino al nero assoluto, passando per gradazioni diverse di rosso, di giallo, di grigio e di bruno. Di tali vicende alcune si ripetono ad ogni rotazione del pianeta con una certa regolarità, altre hanno un andamento parallelo alla stagione che domina nella località considerata del pianeta. Il quale è soggetto alle stesse varietà di riscaldamento e d'illuminazione che ha luogo nelle diverse regioni della Terra. Alcune di tali vicende d'aspetto sono in diretta connessione collo stato meteorologico e termico, ed è possibile che vi si rendano in qualche modo visibili a noi i diversi stadi di un ciclo vegetativo, secondo un'ipotesi abbastanza probabile, studiata e propugnata principalmente dall'astronomo americano Lowell. Ma l'osservazione prolungata per molti anni ha fatto riconoscere un'altra classe di fenomeni che non sembrano dipendere dal periodo delle stagioni, e potrebbero anche essere irregolari. In certe località un dato aspetto di cose che sembrava permanente, viene a mutarsi d'un tratto per

macchie principali di Marte e la loro disposizione rispetto ai poli ed all'equatore del pianeta. Essa è divisa in due emisferi al modo dei mappamondi ordinari, in maniera però da collocare in alto il polo australe ed in basso il polo boreale; ciò per render più facile la comparazione con quello che si vede nel telescopio astronomico. In questo, infatti, che rovescia le immagini degli oggetti, suole il polo nord apparire nelle parti inferiori del disco, e il polo sud nelle parti superiori (1). La figura è di carattere schematico, come accade nelle nostre carte geografiche; essa non ha per iscopo di dare una *pittura* imitante l'aspetto del pianeta come se si volesse farne un ritratto, ma serve soltanto a facilitarne l'esposizione descrittiva. Astraendo dalle regioni polari, le quali sono sempre o quasi sempre

(1) Questo vale per gli osservatori collocati nei climi più settentrionali della Terra. Per gli osservatori dei paesi australi succede l'opposto: il polo boreale appare in alto del disco, il polo australe in basso.

occupate dal bianco polare, si vede subito che le aree più o meno ombreggiate, dette *mari*, occupano forse un terzo della superficie intera di Marte, e sono divise in due parti o gruppi molto disuguali. In basso abbiamo il *Mar Boreo*, che circonda quasi da ogni parte il polo nord, e da una parte si avvicina all'equatore fin quasi al parallelo 40°. In alto

macchiette e di linee; ma non erano riusciti ad afferrarne con evidenza la forma. Soltanto nel 1877, trovandosi il pianeta in una delle sue maggiori vicinanze alla Terra (in posizione poco diversa da quella occupata nell'autunno ora decorso), si ebbe l'opportunità di studiare in buone condizioni e con maggior successo quei particolari prima confusamente



ASPETTO GENERALE DEL PIANETA MARTE, DELINEATO COL GRANDE TELESCOPIO DELL'OSSERVATORIO DI BRERA IL 16 MAGGIO 1890.

abbiamo il *Mare Australe* che è molto più vasto e spinge entro le aree continentali una gran quantità di ramificazioni denominate sulla carta coi nomi di *Gran Sirte*, *Mare Eritreo*, *Golfo delle Perle*, *Mare Cimmerio*, *Mare Tirreno*, *Lago del Sole*, ecc. Fra quei due mari *Boreo* ed *Australe* si stende la zona continentale, sparsa qua e là di linee e di macchie più oscure. Entro i due grandi mari poi sono sparse regioni che si mostrano come grandi isole o penisole, quali *Hesperia*, *Atlantis*, *Hellas*, *Argyre*, *Baltia*, *Nerigos*, colorate in giallo per lo più, ma non in modo permanente; talora impallidiscono, ed anche si oscurano e prendono il colore grigiastro o bruno delle macchie propriamente dette; solo mostrano questo colore con minor intensità. Già verso la metà del secolo passato molti particolari di questa topografia areografica erano stati esplorati e disegnati da abili osservatori, quali Secchi, Dawes, Kaiser, Maedler, Lockyer, ed alcuno di essi aveva anche intraveduto qua e là curiose configurazioni di

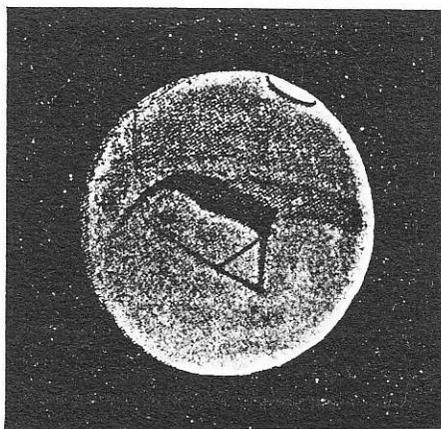
intraveduti e di convincersi che tutta la superficie di Marte, ma più specialmente le aree luminose continentali, sono occupate da un reticolato di linee sottili, formanti una specie di triangolazione o di poligonazione, come si può vedere nella carta qui annessa. Queste linee sono tracciate sulla superficie del pianeta o forse entro la sua atmosfera: ognuna d'esse corre per lunghissimi tratti, serbando per lo più una direzione costante senza angoli nè curvature violente, formando anzi (rigorosamente o almeno prossimamente) sul globo di Marte ciò che i geometri chiamano un circolo massimo. Il loro corso appare continuo, senza lacune apprezzabili alla visione telescopica, e si estende da pochi gradi (un grado di Marte equivale press' a poco a 60 dei nostri chilometri), fino ad occupare talvolta in lunghezza un terzo od un quarto della circonferenza totale del pianeta (la quale è di 21.600 chilometri). La larghezza è molto varia; per alcuni giunge a 100 o 200 chilometri, altri ad

alcune decine di chilometri, per alcuni più sottili e più difficili a vedere la larghezza non supera che alcune unità della stessa misura. Perciò assai diversa è la facilità con cui si possono riconoscere e figurare con disegno; e bisogna aggiungere, che questa facilità è molto variabile secondo il tempo e sembra dipendere in molti casi dalla stagione che domina lungo il loro corso. Spesso si vede qualcuno di essi attraversare una delle nevi polari, formando una traccia nerissima, che ha tutto l'aspetto di una spaccatura di esse nevi. Queste linee sono i così detti *canali* di Marte, così denominati per pura convenzione analoga a quella per cui alle grandi macchie si è dato il nome di *mari* e di *continenti*. Ma della loro natura finora poco o niente si è potuto accertare. Il nome di *canali* però e la regolarità loro apparente ha indotto molti uomini di calda fantasia a ravvisare in essi opere artificiali gigantesche di esseri intelligenti; ipotesi questa che per ora non è ancora stato possibile dimostrare che sia vera o falsa. Gli spiriti scettici hanno poi facilmente troncato la questione, negando a queste formazioni ogni esistenza obbiettiva, e dichiarandole come fantasmi creati dall'immaginazione sulla base di visione confusa ed imperfetta.

Quando un canale è collocato in modo da attraversare il disco di Marte nel suo centro, appare come una linea retta formante un diametro. Ma girando il pianeta intorno al suo asse, in capo ad una o più ore, il canale si presenta in prospettiva molto diversa, e s'incurva tanto più fortemente in apparenza, quanto più è distante dal centro. Queste variazioni di forma e di curvatura apparente si possono spiegare esattamente secondo le regole della prospettiva facendo l'ipotesi, che i canali siano aderenti alla superficie del pianeta, o almeno pochissimo distanti; la concordanza è tale, che di quell'ipotesi nessuno può dubitare. Questo fatto, che è stato verificato centinaia e migliaia di volte, basta da solo a dissipare qualunque dubbio potesse nascere intorno alla realtà dei canali, e non lascia luogo a parlar d'illusioni ottiche.

Tutti i canali hanno la proprietà di correre da un mare ad un altro, o dal mare ad un lago o fra due laghi, o finalmente da un canale ad un altro. Non si ha esempio di un canale, di cui un'estremità sia libera e termini isolata nello spazio continentale che la circonda, senza connettersi da qualche parte con

un mare, o con un lago, o con un canale o con un gruppo d'intersezione di più canali. Anzi tutte le estremità dei canali là dove terminano in uno dei mari o dei laghi, sogliono esser molto ben definite e spesso sono segnate da una macchia oscura, che in molti casi presenta l'aspetto di una larga foce in forma di tromba, per cui l'ipotetico canale potrebbe dirsi sboccare nell'ipotetico mare vicino, o nell'ipotetico lago vicino. E similmente quando due canali s'incontrano, spesso nella loro in-

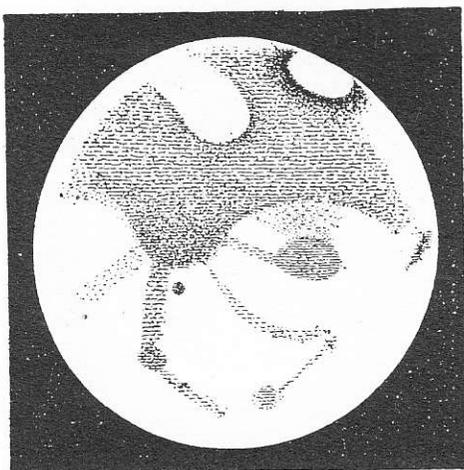


IL PIANETA MARTE AL 28 AGOSTO 1909.

tersezione si vede una piccola macchia oscura, per lo più di aspetto rotondeggiante e di diametro non molto superiore alla larghezza dei canali medesimi. Simili macchiette sono denominate *fonti*, per analogia col resto della nomenclatura. Il loro numero è assai variabile, in alcuni anni se ne videro non più di due o tre, in altri anni più decine e sembrano trovarsi frequenti in certe regioni del pianeta a preferenza di certe altre. Nel 1907 la fotografia ne ha rivelato un gran numero di nuovi, mentre altri prima evidenti cessarono di esser visibili. Quando un canale ne incontra parecchi altri, avviene qualche volta che nelle sue intersezioni con questi si vedono lunghi esse allineati molti di questi punti oscuri, i quali formano una serie bene ordinata, come perle infilzate in un filo. È da credere, che tutte queste *fonti* o piccole macchie rotondegianti siano ciascuna il risultato dell'incontro di due canali; ma ciò non risulta con evidenza dall'osservazione, essendo frequenti i casi in cui essi appaiono isolati affatto nel mezzo dei continenti senza alcuna commessione. Ma è proba-

bile che la connessione esista e si faccia per canali troppo sottili per esser veduti coi nostri attuali telescopi.

In parecchi luoghi della superficie dei continenti, i canali s'incontrano tre o quattro o più insieme formando piccole poligonazioni e dando luogo ad un insieme di macchie più complicate. Nascono allora macchie oscure per lo più irregolari del diametro di più centinaia di chilometri, e si vedono sulla carta designati con nomi speciali, come Lago del Sole, Tri-



II. PIANETA MARTE AL 3 SETTEMBRE 1909
(DISEGNO DI E. M. ANTONIADI).

vio di Caronte, Propontide, ecc. Sono di forma più o meno regolare, secondo che i canali da cui sono formati concorrono più o meno esattamente in un medesimo punto. Questi laghi sono anch'essi molto variabili di colore, di forma e di estensione; talvolta scompaiono affatto, o si dividono in più parti, e presentano fenomeni singolarissimi.

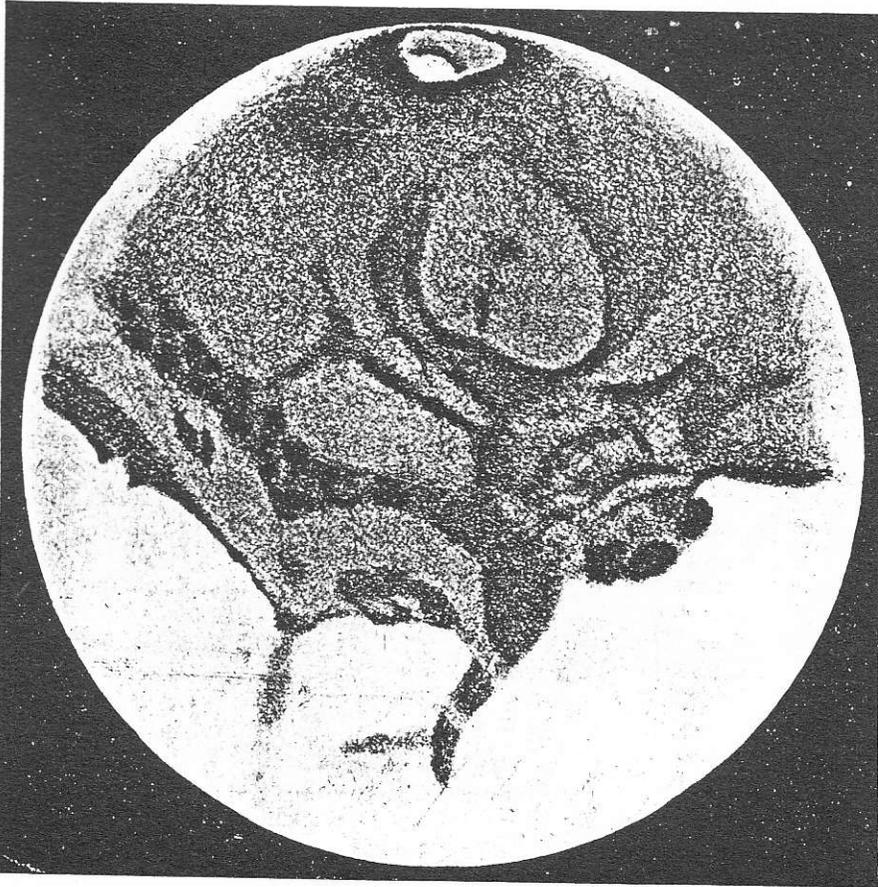
Ma riguardo ai canali e ai laghi il fenomeno più generale e più notevole, e che nel mondo degli scettici ha provocato il maggiore scandalo è quello assai frequente del loro sdoppiarsi, quando formano ciò che si chiama *geminazione*. Un canale che prima appariva come linea schiettamente semplice, d'un tratto si trasforma in un sistema di due linee, quasi sempre uguali e parallele fra di loro. L'intervallo fra le due linee è diverso da un caso all'altro, come pure la sua proporzione alla grossezza delle linee stesse. Anche queste geminazioni sono variabili col tempo. Non solo sembra esser diverso in diversi tempi l'intervallo fra le due linee, ma la visibilità di essa

è soggetta a vicende, di cui non è ancora stato possibile scoprire la norma. Talvolta una linea diventa più debole dell'altra e finisce per sparire, l'altra rimanendo immutata e visibile come canale isolato. I fenomeni che accompagnano la formazione delle geminazioni non si sono ancora potuti completamente studiare; ma la durata del processo non è mai molto lunga; le geminazioni compaiono tali da un giorno all'altro, durano qualche giorno o qualche settimana, poi si riducono di nuovo a canali semplici, od anche entrambi i loro canali scompaiono affatto. La loro apparizione succede in diverse epoche con diversa frequenza; talora mancano affatto o sono in piccolo numero, in altre epoche il pianeta ne è quasi tutto occupato, ed in certe occasioni se ne son viste fino a 30 simultaneamente. Esse mancarono affatto nel 1877: frequentissime invece si mostrarono nel 1882, nel 1888 ed in altre epoche. Nell'apparizione dell'autunno passato (per quanto risulta dalle notizie fino ad oggi pubblicate) esse non sono mancate, ma non sembra fossero molto abbondanti. Un certo numero se ne trova pure nelle splendide fotografie di Marte, che il professor Lowell ottenne durante l'apparizione del 1907.

Di tutti i svariati e complicati fenomeni di Marte quello delle geminazioni è il più singolare ed anche, a quanto sembra, il più difficile a interpretare. Ad esso correlativo, e quasi contrapposto è un altro, l'apparizione e disparizione dei *ponti*. Sono striscie luminose, regolari, rettilinee ed uniformi, che di quando in quando compaiono attraverso dei mari e dei laghi, formando di essi una separazione completa. Il più facile e più visibile di tutti è quello designato sulla carta col nome di *Ponte di Achille*, che rassomiglia ad un argine o una diga posta fra il *Lago Niliaco* e quella parte del Mar Boreo che è distinta col nome di *Golfo Acidalio*. Il Ponte d'Achille è largo forse 200 chilometri e lungo poco meno di 1000. È quasi permanente, ma talvolta si vede interrotto più o meno completamente, come è avvenuto nel 1888. Un altro ponte divide in due parti quasi uguali il Lago del Sole, ma non è sempre visibile: esso è apparso nel 1890 ed ultimamente nel 1907. Queste zone luminose in campo oscuro sembrano aver qualche relazione con le zone luminose, che nelle geminazioni separano l'una dall'altra le due linee oscure che costituiscono la geminazione.

Lo studio di tutti questi enigmi è appena cominciato; nulla ancora vi ha di certo sui principi a cui si dovrà appoggiare una razionale interpretazione dei medesimi. Tutto di-

che quest'atmosfera comprende, fra i suoi componenti, il vapor d'acqua e l'ossigeno. Con queste scoperte egli ha trovato un importante argomento in favore dell'ipotesi da lui con-



IL PIANETA MARTE NELLA NOTTE DEL 20 SETTEMBRE 1909. (DISEGNO DI E. M. ANTONIADI).

penderà dai progressi che farà nei prossimi anni la rappresentazione fotografica di Marte. La questione farà un gran passo quando si otterranno fotografie tali, che sopra di esse sia possibile prendere misure precise.

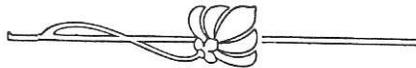
Un altro passo importante è stato fatto dal signor Lowell, inaugurando lo studio spettroscopico dell'atmosfera di Marte(1). Egli dimostrò

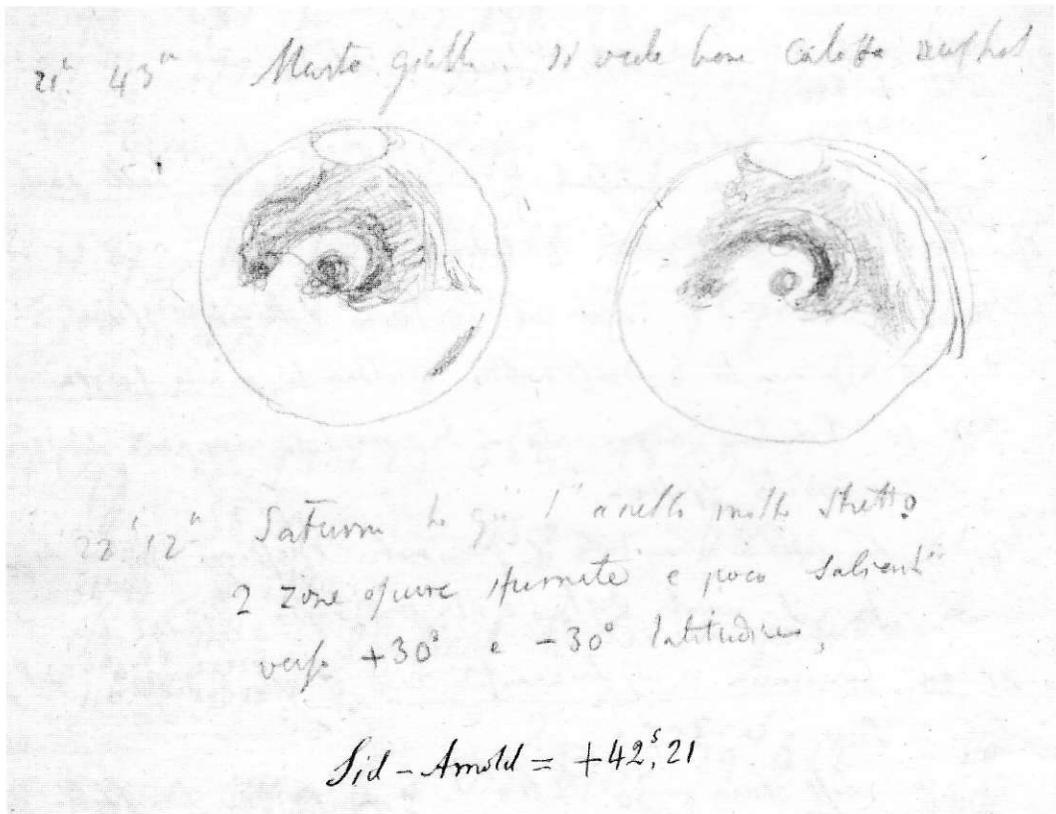
molto ingegno e con gran copia di osservazioni sostenute, che Marte sia pur sede della vita, come la Terra; e che i fenomeni di variazione osservati sul pianeta sian dovuti principalmente alla vegetazione razionalmente governata da esseri intelligenti.

Giovanni Schiaparelli

(1) Il lettore che vorrà esser pienamente informato di tutto quello che è stato osservato nel pianeta Marte e vorrà interessarsi alle speculazioni ed alle discussioni ardenti cui ha dato luogo la natura fisica del pianeta, e la possibilità che esso sia sede di vita organica, anzi anche di esseri intelligenti, troverà di che soddisfarsi nella

grande opera di Flammarion, *La Planète Mars*, di cui son già usciti due volumi e di cui si promette la continuazione: essa formerà col tempo una serie di annali del pianeta. Può inoltre consultare: Lowell, *Mars and its canal*, Nuova York, 1906; Morse, *Mars and its mystery*, Boston, 1906; Lowell, *Mars the abode of life*, Nuova York, 1908.



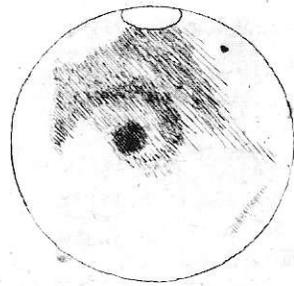


23 Agosto 1877.

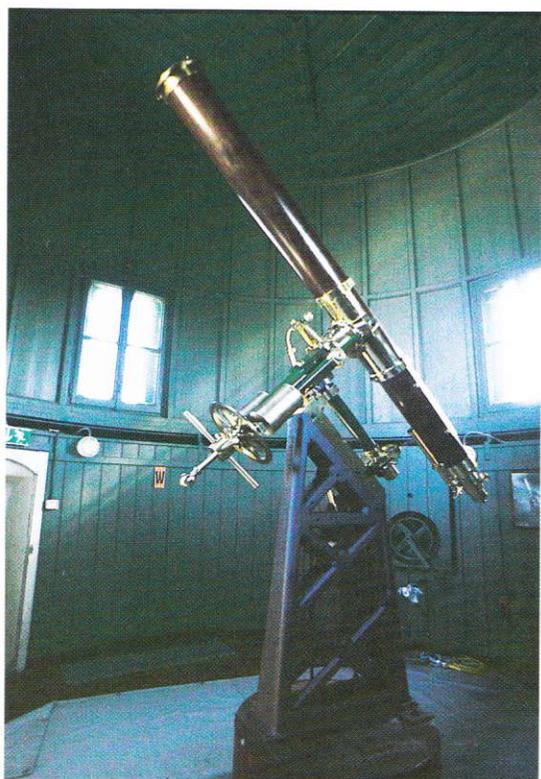
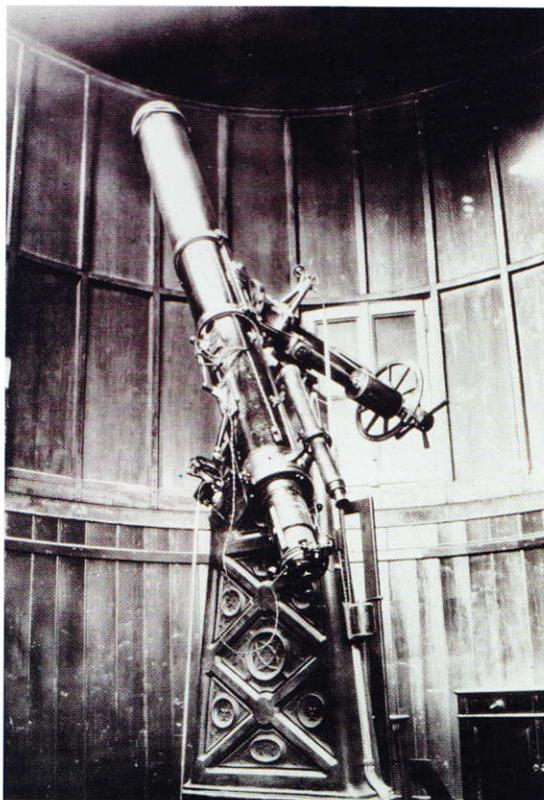
Un onore temporale impedì di attendere alle stelle doppie, e anche dopo cessato, l'aria feda, il vento, e le pessime immagini impedirono di lavorare. Attesi all'Eclisse Lunare il quale non presentò nulla fuori dell'ordinario. Da principio, incominciata la totalità, vedetti che la Luna quasi volte si oscurava completamente e diveniva tutta invisibile; ma poi mi convinsi che era effetto di nebuli. Infatti poco dopo, scomparendo questi, anche si vide distintamente tutta la Luna; e così durò fino al ricomparsa dell'illuminazione solare diretta. Notava fu verso il mezzo dell'E. dopo il fatto, che l'ombra lunare pareva più luminosa del centro. Ciò che era già stato visto nell'Eclisse precedente. Nella fase emergente alcune macchie di più o meno scure facevano uno stupendo contrasto al lume argenteo circostante. Altre macchie erano luminosissime nell'ombra più fitta: e se vedeva distintamente la forma. In entrambi i casi, questi vedeva a certi osservatori.

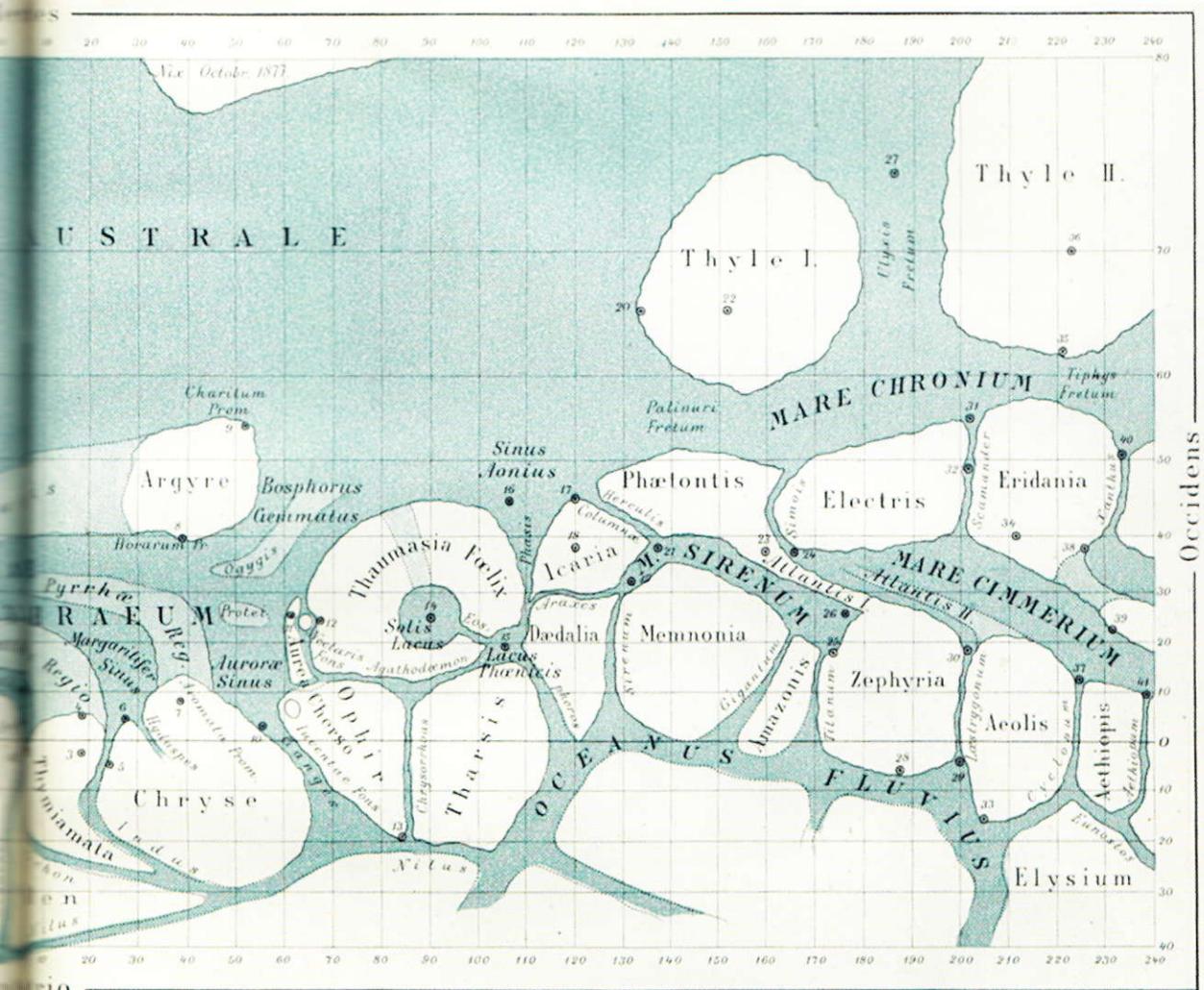
Marte - Inorno = 21° 50" l. Sid - Arnold = 11° 45" l. m. ho tentato di far un disegno di Marte, ma non riesci con difficoltà e d'altro onore sono due dei miei. La macchia polare di sopra pareva un'elisse completa; la parte inferiore del disco era rossa e uguale; nella parte più alta vi era la figura qui disegnata, che non parei capace d'identificare sulla carta. Il Proctor. L'aria non era molto buona. Amplificazione IV.

Saturno al più anello già molto ridotto, presentava che non leggeva e sfumate nella latitudini +30° e -30°. L'aria non era molto buona.



I.
23 Agosto = 21° 50" lat.





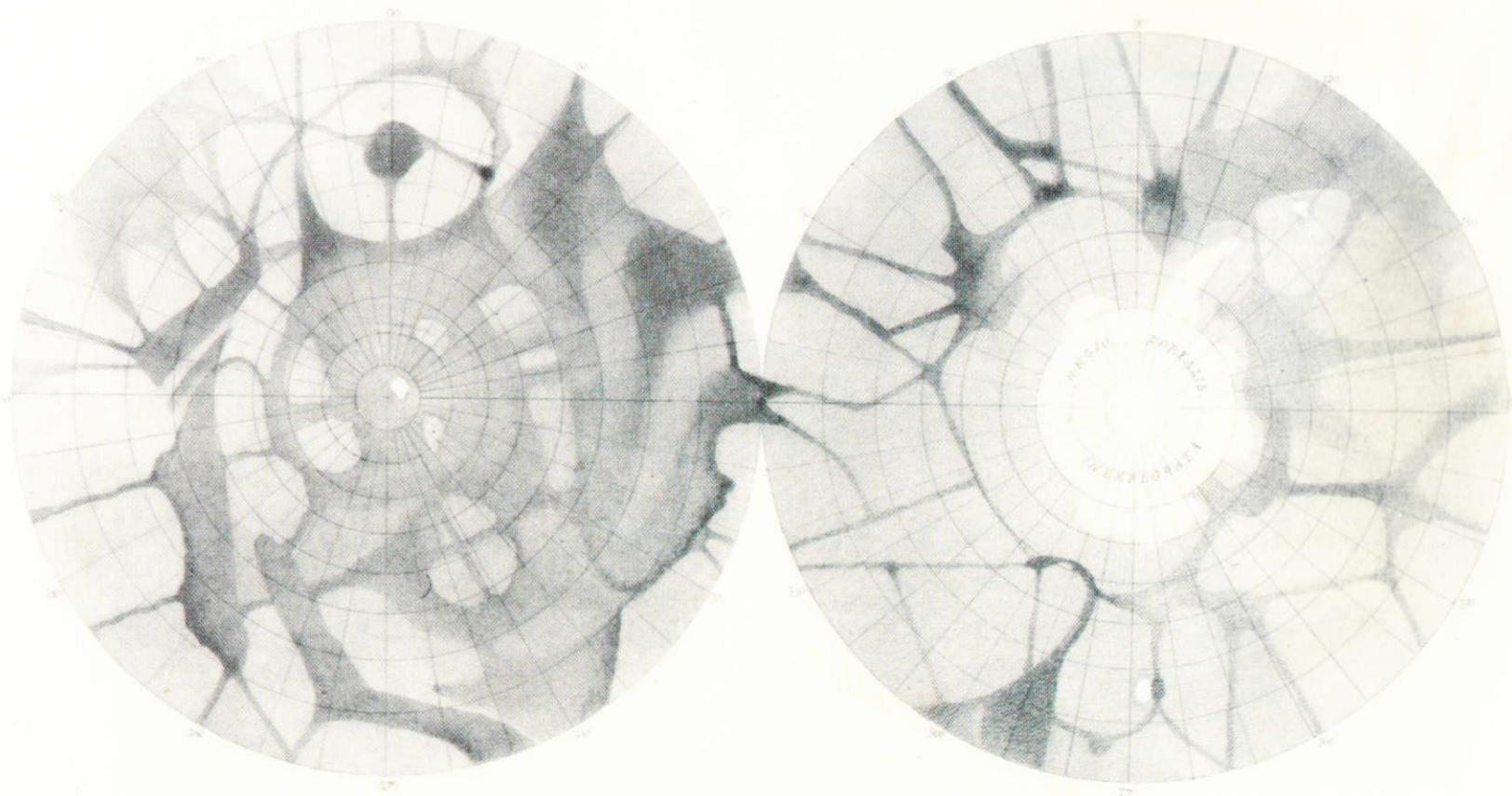
GRAPHICA

under Polum Australem et Parallelum 40^{am}

orealis;
 nes ope Tubi Merziani decempedalis
 ediolani habitis
 ineavit J.V. Schiaparelli

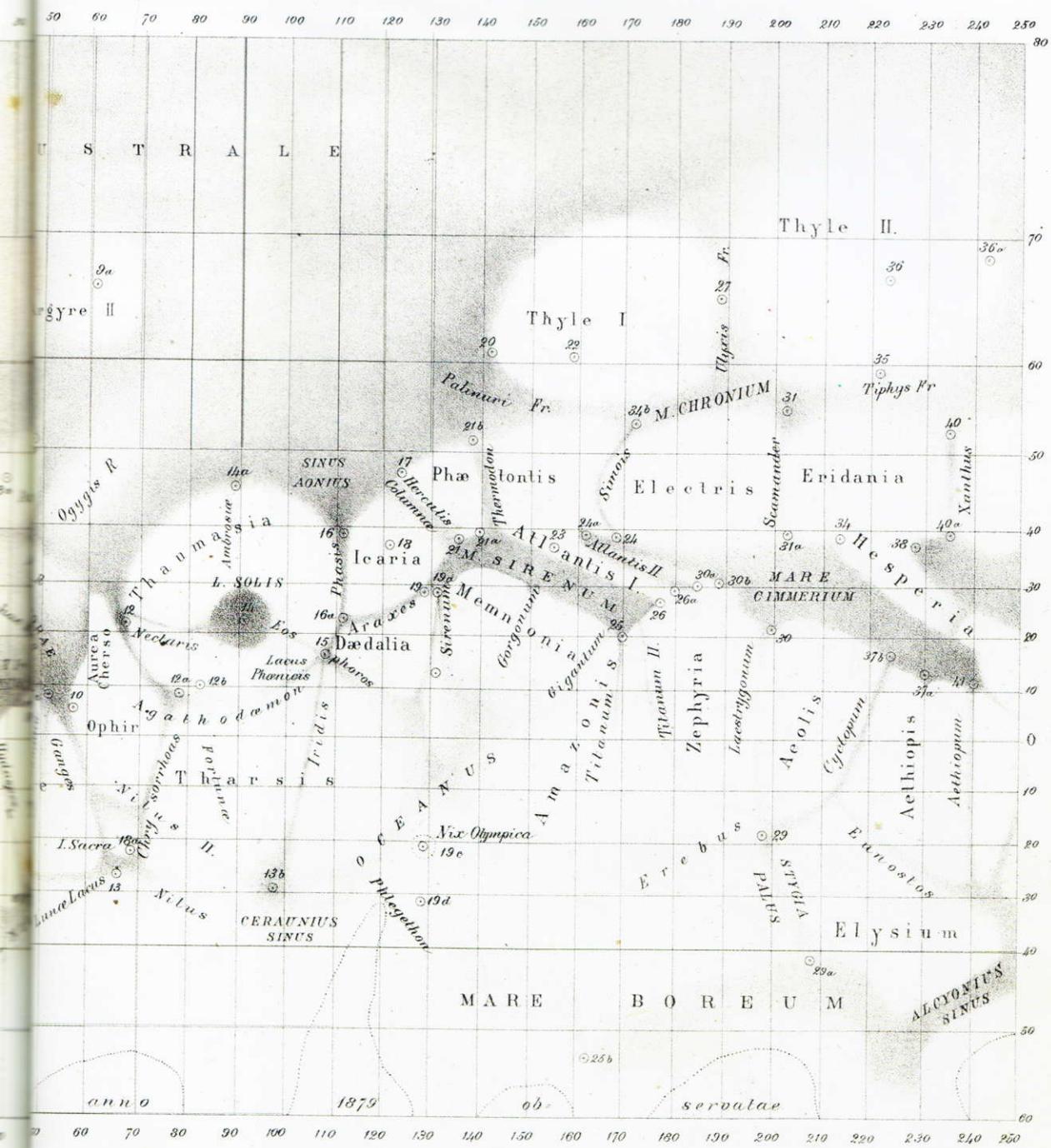
1878.

MARS 1879.

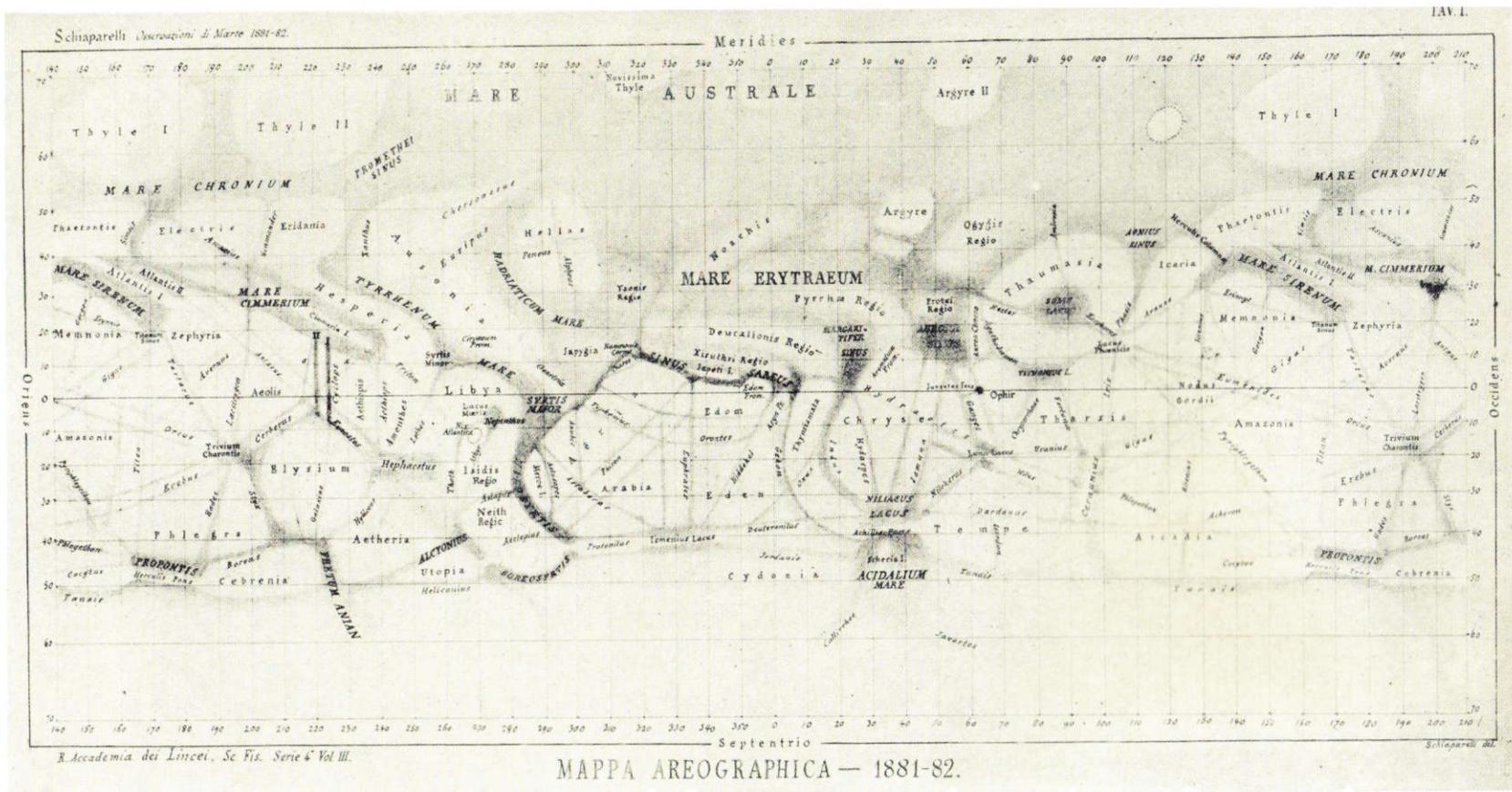


Hemisphaerium Australe

Hemisphaerium Boreale

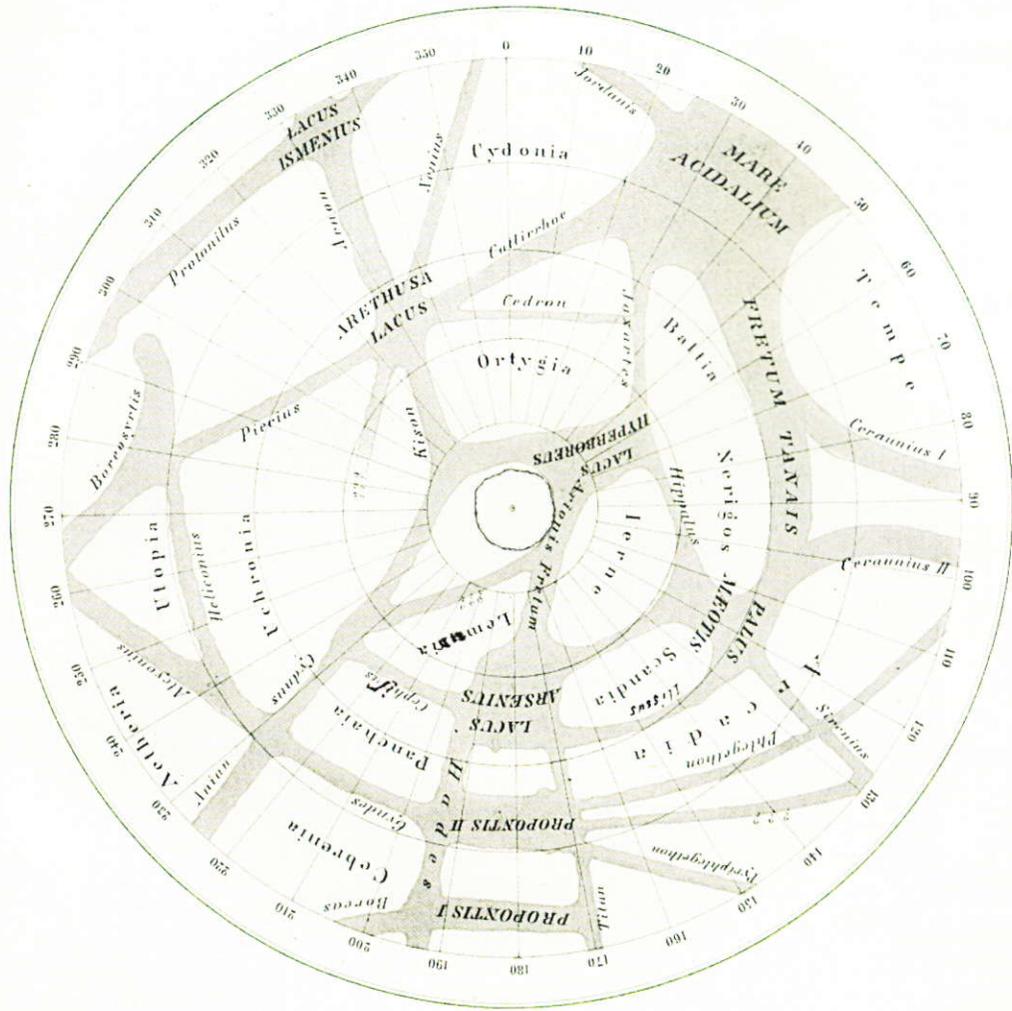


GRAPHICA 1879

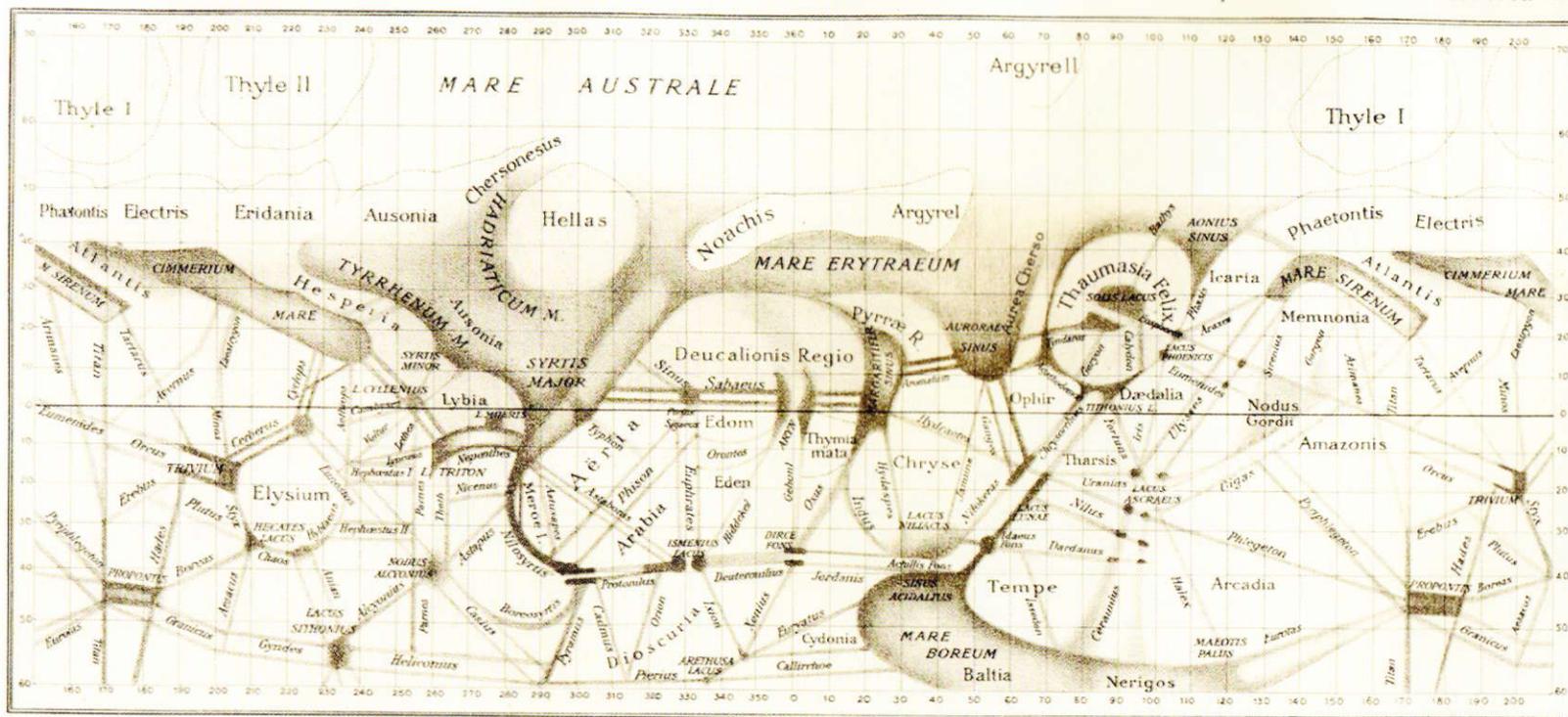


110

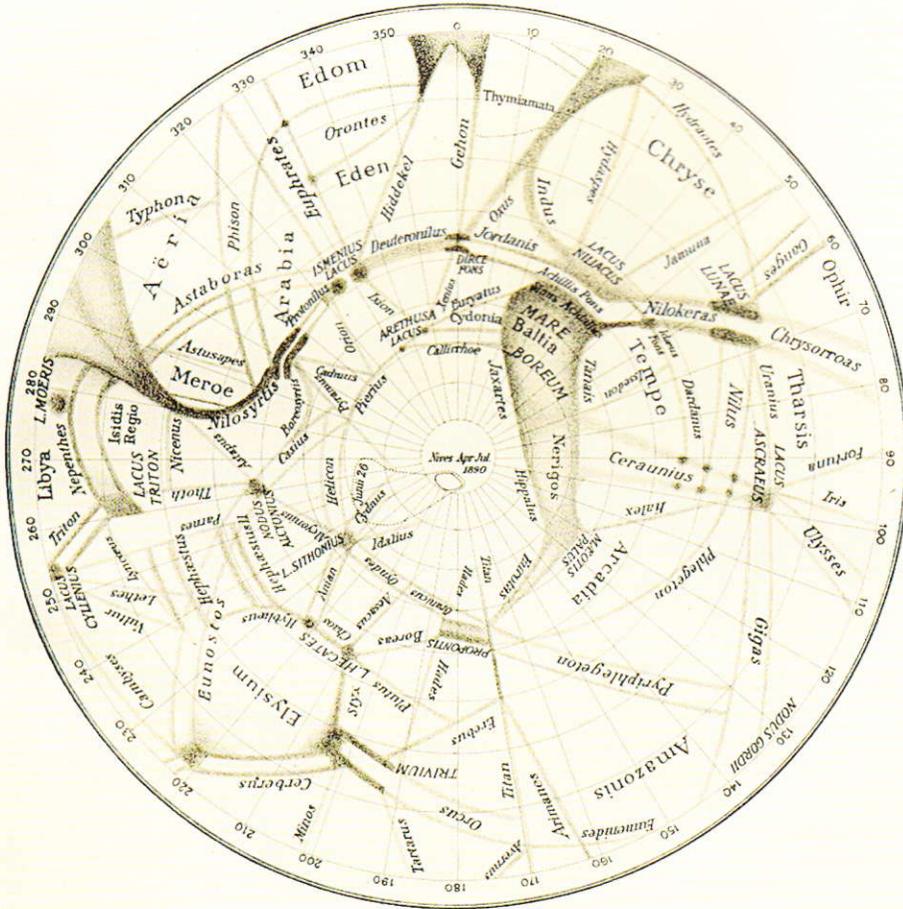
TAB. II



Regiones Martis boreales
 usque ad gradum latitudinis quadragesimum
 schematice descriptae.



MARS 1890.



Hemispærium Martis boreale ex observationibus anni 1890.

Thyle II.

La notte del 23 agosto 1877 Giovanni Virginio Schiaparelli puntò verso Marte il telescopio con cui stava osservando il cielo dalla cupola dell'Osservatorio Astronomico di Brera a Milano.

Sul pianeta scoprì continenti, mari, isole, canali, calotte polari; salendo in gropa all'Ippogrifo, per usare una sua metafora, arrivò ad ipotizzare l'esistenza di esseri intelligenti, i "marziani", che su Marte abitavano e avevano progettato e costruito il sistema di regolazione delle acque che provenivano dallo scioglimento delle nevi dei poli.

Fino al 1910, quando svanì la speranza di trovarvi l'evidenza della vita, Marte fu l'oggetto più osservato del cielo.

In occasione del restauro della cupola e del telescopio di Schiaparelli si ripropongono tre articoli pubblicati dall'astronomo milanese sulla rivista *Natura ed Arte*. In essi Schiaparelli descrive, in maniera sistematica, ma sintetica, e con un linguaggio non specialistico, i risultati certi acquisiti nell'osservazione del pianeta e le loro possibili interpretazioni.

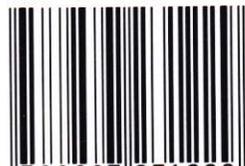
Pasquale Tucci è professore ordinario di Storia della Fisica all'Università degli Studi di Milano, Istituto di Fisica Generale Applicata. È responsabile della tutela e della valorizzazione del patrimonio storico dell'Osservatorio Astronomico di Brera e promotore dell'iniziativa 'Storia e Scienza a Brera' finalizzata alla diffusione della cultura storico-scientifica.

Agnese Mandrino è archivista e bibliotecaria dell'Osservatorio Astronomico di Brera.

Antonella Testa, dell'Istituto di Fisica Generale Applicata, dell'Università degli Studi di Milano, cura l'iniziativa 'Storia e Scienza a Brera'.

£ 24.000

ISBN 88-87231-22-2



9 788887 231229